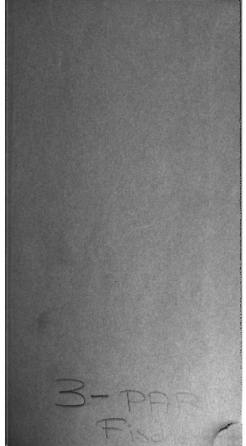
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06403382 2


3-PAR

Digitized by Google

Geſchichte

der

Phyſik

ſeit der Wiederherſtellung der Künſte und Wiſſenſchaften
bis auf die neueſten Zeiten

von

Johann Carl Fiſcher,
der Philoſophie Prof. zu Jena und verſchied. gelehrten Geſellſchaften Ehrenmitgliede.

Fünfter Band.
Mit zwey Kupfertafeln.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1804.

Digitized by Google

Geſchichte
der
Künſte und Wiſſenſchaften
ſeit der Wiederherſtellung derſelben bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Geſellſchaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Achte Abtheilung.
Geſchichte der Naturwiſſenſchaften.
I. Geſchichte der Naturlehre

von
Johann Carl Fiſcher.

YALE LIBRARY NEW HAVEN

Fünfter Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1804.

Digitized by Google

Digitized by Google

Geſchichte
der
Künſte und Wiſſenſchaften
ſeit der Wiederherſtellung derſelben bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Geſellſchaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Sechszehnte Lieferung;
enthält
Geſchichte der Philoſophie
von
Johann Gottlieb Buhle.
Sechsten Bandes Erſte Hälfte.
und
Geſchichte der Phyſik
von
Joh. Carl Fiſcher.
Fünfter Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1804.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zweytes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Wärme.

Wesen der Wärme.

Verschiedene Physiker hatten mit Newton das Wesen der Wärme in eine schwingende Bewegung eines ätherischen Mittels gesetzt. Gegen diese Meynung macht aber Nollet [a]) diesen nicht ganz ungegründeten Einwurf: eine jede Bewegung werde desto langsamer, schwächer und unmerklicher, je grösser die Masse sey, durch welche sie sich vertheile; dagegen verbreite sich das Feuer mit gleicher Stärke seiner Wirkungen aus den geringsten Massen in die größten, und könne die größten Feuersbrunsten zuwege bringen, wenn es auch nur aus einem Fünkchen glimmender Asche entstanden sey. Euler [b]), welcher sonst das Cartesianische System mit vielem Eifer vertheidigt, findet diesen Einwurf so stark, daß er es für nothwendig hält, ein eigenes Feuerwesen anzunehmen.

Auch

a) Leçons de phyſ. experim. leçon XIII. ſect. I.

b) Diſſ. de igne im Recueil des pièces, qui ont remporté le prix à l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1738.

Auch Boerhaave c) nimmt einen eigenen Stoff der Wärme an, welchem er den Nahmen des Elementarfeuers beylegt. Nach ihm iſt dieſer Stoff elementariſch von unwandelbarer Natur und unveränderlichen Eigenſchaften, welcher weder in etwas anders verwandelt, noch aus andern Körpern aufs neu hervorgebracht werden kann. Seiner Meynung nach iſt dieſe Subſtanz in allen Körpern, in den dünnſten ſowohl als in den dichteſten befindlich, und durch alle Theile des Raums gleichförmig verbreitet. Die Verbindung dieſes Elementarfeuers mit den übrigen Stoffen, ſo wie die Befreyung und Erregung deſſelben erklärt er bloß mechaniſch durch Stoß und Bewegung läßt die Anhäufung davon, oder die Wärme, durch Verdichtung des Sonnenfeuers, oder durch Reibe und heftige Erſchütterungen der Körpertheilchen erfolgen. Sonſt bleibt das Elementarfeuer völlig verbor gen, und äußert ſich nur durch ſeine Wirkungen nämlich durch Wärme, Licht, Farben, Ausdehnun der Körper und Verbrennung. Nach Beſchaffenhe der Umſtände äußern ſich bisweilen alle dieſe Wirkungen auf einmal, bisweilen nur einige allein. Dahe empfinden wir oft Licht ohne Wärme, wie bey de Phosphoren, faulem Holze u. ſ. bisweilen Wärme ohn Licht, wie bey heißen Körpern, welche noch nicht glühen. Keine Wirkung dieſer Art aber kann entſtehen wenn nicht das Elementarfeuer aus ſeinem natürliche Gleichgewichte geſetzt, und in einen engern Raum als vorher, gebracht wird. Dieß kann auf eine doppelte Art geſchehen, entweder dadurch, daß die Theichen des Elementarfeuers in gerade Linien oder Strahlen geordnet werden, welches die Wirkung der leuchtenden Körper iſt, oder durch eine wirkliche Verdich

tung

c) Element. chemiae. T. I. cap. de igne.

tung, dergleichen durch das Reiben der Körper an einander entsteht.

Ueberhaupt besitzt das Elementarfeuer nach Boerhaave folgende Eigenschaften:

1. durch Vermischung verdünnt es alle uns bekannte Körper, feste, flüssige, und durch Mischung derselben erzeugte.

2. Diese Eigenschaft ist bloß dem Elementarfeuer eigen, und bey keinem andern Körper anzutreffen.

3. Das Elementarfeuer ist allenthalben gegenwärtig, sowohl im vollen, als im völlig leeren Raume; mithin ist kein wärmeleerer Raum physisch gedenkbar.

4. Das Elementarfeuer ist an allen Orten so lange gleichförmig vertheilt, so lange keine besondere Ursache vorhanden ist, die es sammelt.

5. Die Hauptursache, wodurch das Elementarfeuer angehäuft wird, ist das Reiben der Körper an einander.

6. Das Elementarfeuer bewegt sich nach allen möglichen Richtungen hin, oder besitzt ein ihm eigenes Ausdehnungsvermögen.

7. Indessen kann es so bestimmt werden, daß jene Bewegung in paralleler Richtung erfolgt, oder nach convergirenden Linien geschieht, welches letztere die gemeinste Art ist, das Elementarfeuer wieder zu sammeln.

8. Die Ursache aber, welche die Theilchen des Elementarfeuers in den Parallelismum bringt, ist die Sonne.

9. Die Urſache hingegen, welche die Strahlen in einen kleinen Raum zuſammenbringt, iſt entweder die Zurückwerfung, oder die Brechung.

10. Durchs Schlagen eines Stahls an einem Feuerſtein zeigt ſich das Elementarfeuer als wirkliches Feuer in einem Augenblicke auch an der kälteſten Stelle.

11. Im Zuſtande des Gleichgewichts bleibt das Elementarfeuer mit den Körpern vereinigt, und iſt alsdenn der Dichtigkeit der Körper proportional.

12. Doch iſt aber kein Körper bekannt, welcher das einmal aufgenommene Elementarfeuer beſtändig zurückhalten könnte.

Die Schwere des Elementarfeuers hat Boerhaave bezweifelt, weil es im ganzen Weltraume gleichförmig verbreitet ſey, da es ſich durch die Wirkung der Schwere um die Weltkörper herum würde verdichten müſſen. Es ſey daher glaublich, daß es bloß Elaſticität beſitze, und nach keiner Gegend beſonders getrieben werde. Daß das Elementarfeuer nicht ſchwer ſey, ſucht Boerhaave noch durch folgenden Verſuch zu erweiſen. Er nahm ein eiſernes Parallelepipedum, welches kalt an einer ſehr genauen Wage gewogen 5 Pfund 8 Unzen ſchwer war. Hierauf ließ er es in Kohlenfeuer durchaus glühen, und fand ſein Gewicht in dieſem Zuſtande nicht im geringſten vermehrt. Nachdem es nun binnen 24 Stunden an der Wage gehangen und wieder erkaltet war, konnte er weder eine Gewichtszu- noch Abnahme bemerken. Dagegen haben aber andere Verſuche zu beweiſen geſchienen, daß der Wärmeſtoff vielmehr eine negative Schwere beſitze. So fand ſchon Candidus Buono zu Florenz, wie im 1ten Theile angeführt worden, daß die Schale einer empfindlichen Wage leichter werde,

wenn

wenn man ihr ein glühendes Eisen nähere, das Eisen mag über oder unter die Wagschale gehalten werden. Kraft erklärt dieß aber sehr gut aus der Expansion der Wagschale durch die Hitze, woben sie mehr Luft, als vorher, aus der Stelle treibt, also mehr am Gewichte verliert, und Musschenbroek bestreitet dergleichen Abwägungen aus dem Grunde, weil ein Körper, den man einmal kalt das anderemal heiß wägt, das erstemal in dichterer, das anderemal in dünnerer Luft gewogen wird, und also schon darum das letztemal schwerer scheinen muß. Selbst Boerhaave bemerkte, daß von zweyen gleichwiegenden Metallstäben der eine leichter werde, wenn man eine glühende Kohle über ihm, schwerer, wenn man sie unter ihm halte. Dennoch glaubte Buffon in großen Massen Eisen, welche zum Weißglühen gebracht und geschmiedet wurden, eine Gewichtszunahme zu finden.

Uebrigens ließ Boerhaave sein Elementarfeuer in die Zwischenräume der Körper ungehindert und ohne gegenseitige Wirkung eindringen, und glaubte, daß es die ersten Grundkörperchen oder Atomen gar nicht angreife. Er nahm daher nicht an, daß der Wärmestoff chemisch auf die Körper wirke, vielmehr war er der Meynung, daß seine Wirkung bloß auf eine mechanische Art erfolge.

Thermometer, Pyrometer nebst der freyen, fühlbaren oder thermometrischen Wärme.

Um die Zeit, da die Fahrenheitschen Thermometer allgemeiner wurden, gab der Herr von Reaumur [d]) eine ganz neue Einrichtung eines Weingeistther-

d) Regles pour construire des thermomètres, dont les dégrés soient comparables in den Mém. de l'Acad. de Paris 1730. 1731.

thermometers an. Er verdünnte Weingeiſt, welcher Pulver zündete, mit $\frac{1}{5}$ Waſſer, damit er die Fähigkeit erhalten möchte, etwas mehr Hitze ohne Kochen anzunehmen. Zum unterſten Punkte nahm er denjenigen an, bey welchem der Weingeiſt ſteht, wenn die Kugel der zum Gefrieren des Waſſers hinreichenden Kälte ausgeſetzt iſt. Dieſen Punkt beſtimmte er auf folgende Art: er verſenkte die Kugel in Waſſer, welches durch eine um das Gefäß gelegte Miſchung vom geſchabten Eiſe und Salze zum Gefrieren gebracht ward, welches der jetzt allgemein bekannte natürliche Eispunkt, Gefrierpunkt, Aufthauepunkt (punctum congelationis ſ. regelationis) iſt. Dieſen Punkt bezeichnete er mit Null, und nahm das Volumen des Weingeiſtes, wenn es bis dahin reichte, für 1000 an. Nun hatte er genau beſtimmt, wie viel jedes Tauſendtheilchen dieſes Volumens in der Röhre Raum einnehme, indem er nämlich die Kugel und Röhre des Thermometers vermittelſt kleiner gläſerner Maaße mit Waſſer anfüllte. Da er nun gefunden hatte, daß ſich ſein verdünnter Weingeiſt bis zur größten Hitze, die er im kochenden Waſſer anzunehmen fähig war, um 80 Tauſendtheile des erwähnten Volumens ausdehne, ſo erſtreckte er ſein Thermometer bis auf den 80ten Theil über Null, füllte es im gefrierenden Waſſer bis an den Eispunkt an, ließ den Weingeiſt im ſiedenden Waſſer bis zum 80ten Grad ſteigen, und ſigillirte in dieſem Zuſtande das obere Ende der Röhre hermetiſch.

Dieſes Thermometer wurde in Frankreich und Italien mit vielem Beyfall aufgenommen. Allein Martine [e]), Deſaguliers [f]) und Muſſchenbroe

e) Eſſay medical and philoſophical. Lond. 1740. 8. 200. ſqq.

f) Courſe of experim. philoſ. Lond. 1744. 4. Vol. II. p. 29

broek [g]) haben doch den Queckſilberthermometern einen großen Vorzug vor den Weingeiſtthermometern deßwegen gegeben, weil der Weingeiſt mit der Zeit ſehr viel von ſeiner Flüſſigkeit verliere, und immer weniger von demſelben Wärmegrade ausgedehnt werde, je älter er geworden. Dagegen ſey das wohlgereinigte Queckſilber dieſen Aenderungen gar nicht unterworfen. Ueberdem tadelt Martine auch, daß die Kugeln der Reaumuriſchen Thermometer allzugroß ausfallen, daher die Menge ihres Liquors die äußere Wärme nicht geſchwind und gleichförmig genug annimmt. Nollet [h]) aber rühmt die Reaumuriſche Einrichtung außerordentlich, wenigſtens in Abſicht des gemeinſten meteorologiſchen Gebrauchs. Es fällt ihm ſchwer, mit Halley und Muſſchenbroek zu glauben, daß die Kraft ſich auszudehnen, und wieder zu verdichten, bey dem Weingeiſt ſich mit der Zeit vermindern ſollte. Er hat mit verſchiedenen Thermometern 15jährige Verſuche angeſtellt, und keine Veränderung bemerken können. Ueberdem führt er das auf dem königlichen Obſervatorio ſeit mehr als 40 Jahren befindliche de la Hiriſche Thermometer, als ein Beyſpiel an, und verſichert, man habe dergleichen Veränderungen daran noch nicht wahrgenommen. Indeſſen hat de Luc [i]) weit wichtigere Mängel an dem Reaumuriſchen Thermometer entdeckt, welche es, ſo wie die Weingeiſtthermometer überhaupt, zu richtigen Beſtimmungen untauglich, oder wenigſtens ſehr unbequem

g) Eſſai de phyſique. Leid. 1751. T. I. p. 457. und Introductio ad philoſ. natur. T. II. §. 1567. 1570. ſqq.

h) Leçons de phyſique exper. T. IV. lect. XIV.

i) Unterſuch. über die Atmoſphäre. Th. I. S. 554. u. f.

bequem machen, und welche nachher angeführt werden ſollen.

Man bemerkte daher gar bald, daß zwiſchen dem Reaumuriſchen und Fahrenheitiſchen Thermometer keine Uebereinſtimmung ſtatt fand, und Reaumur k) ſelbſt ſagt, um zuſammenſtimmende Werkzeuge beyder Art zu haben, müſſe man das Queckſilberthermometer nach dem ſeinigen graduiren. Nach Nollet's Erfahrung ſollen 10 Reaum. Grade $10\frac{2}{3}$ Fahrenh. gleich ſeyn; allein dieß trifft, wie man bald wahrnahm, nur in der Nähe des Eispunktes zu.

Was aber noch mehr Verwirrung verurſacht, war dieß, daß man ſich nun auch verſtattete, Thermometer mit Queckſilber, auf welchen man Eispunkt und Siedpunkt des Waſſers beſtimmt hatte, zwiſchen dieſen Punkten in 80 Theile zu theilen, und Reaumuriſche Thermometer zu nennen, gerade, als wenn ſie mit den Reaumuriſchen Weingeiſtthermometern völlig übereinſtimmten. Gleichwohl iſt es nicht allein in Frankreich, ſondern auch in andern Ländern allgemein in Gebrauch gekommen, die Eintheilung von 80 Graden zwiſchen dem Eis- und Siedpunkte am Queckſilberthermometer beyzubehalten, und ſelbigem Reaumurs Nahmen beyzulegen. Hieraus entſteht offenbar ein Zweifel, wenn von einer angeführten Beobachtung mit dem Reaumuriſchen Thermometer die Rede iſt, ob der Beobachter, wenn er es nicht ausdrücklich anführt, ein Weingeiſt- oder ein Queckſilberthermometer gebraucht habe. Daß aber beyderley Grade, beſonders bey großer Hitze oder Kälte, ſehr weit von einander abweichen, beweiſen ſchon Maupertuis Erfahrungen, welche er mit zwey ſolchen Reaumuriſchen Ther-

k) Mémoir. de l'Acad. de Paris. an. 1739.

Thermometern in Lappland gemacht hatte. Am 3ten Dec. 1736. stand der Weingeist auf 18, das Quecksilber auf 22 unter Null; am 2ten Jan. 1737. jener auf 25, dieser auf 29; am 6ten Jan. stand der Weingeist auf 29 Grad, das Queckſilber bey 37; am Morgen darauf war jener gefroren, und hatte sich dabey bis zum Punkte der Temperatur in den Kellern der Pariser Sternwarte ausgedehnt. Die Herrn von Reaumur und Mollet versendeten zwar auf Bestellung Thermometer von beyderley Art, welche in der That mit einander übereinzustimmen schienen. Ein Paar solche erhielt Haubold [l]) in Dresden, welche er sowohl in den gewöhnlichen Temperaturen, als auch beym Eis- und Siedpunkte, wirklich übereinstimmend fand. Bey genauerer Untersuchung aber entdeckte er mit Verwunderung, daß auf dem Queckſilberthermometer die ersten 40 Grade über der Null im Verhältnisse 8:9 kleiner gezeichnet waren, als die 40 obern, und die unter Null, so daß neben der Null zwey ganz ungleiche Grade unmittelbar neben einander standen. Im Wasser, das nach und nach erwärmt ward, stieg auch der Weingeist schneller, als das Queckſilber, dagegen war er in der Kälte träger und blieb zurück. Daher ist es denn auch gekommen, daß man eine sogenannte Reaumurische Skale von 90 Graden hat. In einer Vergleichungstabelle giebt Braun [m]) dem Reaumur esprit-devin 80, und dem Reaumur-mercure 93 Grade. Solche Abänderungen, und gefliſſentlich verborgene fehlerhafte Abtheilungen der Queckſilber-

l) Diſſ. de thermometro Reaumuriano. Lipſ. 1771. 4. §. IX.

m) Nov. comment. Petropol. T. VII.

ſilberthermometer verdienen in der That Reaumur's Nahmen nicht.

Durch ſehr mühſame Unterſuchungen hat endlich de Lüc eine genaue Vergleichung des wahren Reaumuriſchen Weingeiſtthermometers mit dem Queckſilberthermometer von Graden zu Graden zu Stande gebracht, wovon folgende Tabelle ein Auszug iſt:

	Queckſil. Therm. von 80 Grad.	Reaum. Weingeiſtthermom.
Siedpunkt des Waſſers	80 Gr.	100,4 Gr.
	70 -	85,2 -
Siedp. d. Reaum. Weing. Therm.	66,6 -	80 -
	60 -	70,8 -
	50 -	56,8 -
	40 -	44,2 -
	30 -	32,6 -
Wärme des menſchl. Körpers	29,9 -	32,5 -
	20 -	21,1 -
	10 -	10,6 -
Temperat. der Kell. der Sternw.	9,6 -	10,25 -
Zergehendes Eis	0 -	0,8 -
Null des Reaum. Thermom.	0,8 -	0 -
	10 -	8,5 -
	15 -	13,1 -
2 Theile zergeh. Eis 1 Theil Salz	17 -	15 -

Hieraus erhellt deutlich, wie nöthig es ſey, beyderley Thermometer genau zu unterſcheiden. Unter den ältern Beobachtungen giebt es viele, welche ganz auffallend und unerklärbar bleiben, indem es nicht beſtimmt angegeben iſt, nach welchem Thermometer ſie ſind angeſtellt worden.

Uebrigens hat ſelbſt Reaumur Weingeiſt von verſchiedener Güte gebraucht, namentlich eine Sorte, deren

deren Volumen im gefrierenden Wasser 400, im siedenden 437 Theile hielt. Diese Zahlen verhalten sich wie 1000 : 1090¼, daß also ein Thermometer mit diesem liquor gefüllt, selbst nach Reaumür's eigentlichen Grundsätzen, 90¼ Grade bekommen mußte.

Im Jahr 1733 legte de l'Isle n) der Akademie zu Petersburg ein Queckſilberthermometer vor, deſſen Einrichtung von einem einzigen feſten Punkte, dem Siedpunkte des Waſſers, und dem Verhältniſſe der Verdichtung durch die Kälte abhieng. Zu dem Ende ſetzte er die Null an den Siedpunkt, und zählte die Grade, welche Hunderttauſend- oder Zehntauſendtheilchen des ganzen Volumens vorſtellen ſollten, von oben herab. Seiner Vorſchrift zu Folge werden die Grade des Thermometers auf folgende Art beſtimmt: Man füllt Kugel und Röhre mit wohl gereinigtem Queckſilber bis an das äußerſte Ende der Röhre an. Bey dieſer Arbeit muß man ſich in einem Zimmer befinden, und man muß ſie zu einer ſolchen Zeit vornehmen, daß man verſichert ſeyn kann, die Temperatur der Luft werde ſich in der kurzen Zeit nicht merklich ändern, die zu der ganzen Arbeit nöthig iſt. Iſt nun das leere Thermometer vor dem Füllen gewogen worden; und man wiegt das mit Queckſilber angefüllte, ſo kennt man das Gewicht des in demſelben befindlichen Queckſilbers. Endlich bringt man das Thermometer nach und nach in die Hitze des ſiedenden Waſſers, fängt mit aller Sorgfalt das aus der Röhre heraustretende Queckſilber auf, und wiegt es gleichfalls. Wenn nun das Queckſilber, nachdem das Thermo-

mes

n) Mémoir. pour ſervir à l'hiſtoir. et aux progrès de l'Aſtron. et de la geographie phyſ. à St. Petersbourg 1738. 4. p. 267.

mometer in die vorige Temperatur gebracht worden, bis in (fig. 1) h fällt, ſo weiß man das Verhältniß der Räume ah und ad, welches mit dem Verhältniſſe der in dieſen Räumen bey gleicher Temperatur befindlich geweſenen Gewichte des Queckſilbers einerley iſt. Folglich läßt ſich durch die Regel Detri finden, wie viele ſolcher Theile der Raum ah enthält, deren 10000 den Raum ad ausmachen. In eben ſo viele Theile nun, als man durch die Regel Detri für den Raum ah herausgebracht hat, wird dieſer Raum eingetheilt, und man ſchreibt oben bey a die Null. Dieſe Theile trägt man auch unter h ſo weit fort, ſo weit man es für nöthig findet. Auf ſolche Art zeigt nun das Thermometer jedesmahl, um wie viele Zehntauſendtheile ſeiner ganzen Maſſe das mit dem ſiedenden Waſſer gleich ſtark erhitzte Queckſilber, von einer Wärme verdichtet werde, die geringer, als die Hitze des ſiedenden Waſſers iſt.

Dieſe Methode ſetzt voraus, daß ſich die äußere Temperatur während der Arbeit nicht ändere, oder daß ſie wenigſtens in den beyden Zeitpunkten gleich ſey, da die volle Röhre gewogen, und da der leere Raum beſtimmt wird. Weitbrecht wählte zu ſeinen ſehr genauen Verſuchen dieſes Mittel, daß er die Kugel in den beyden angeführten Zeitpunkten in das Waſſer der großentheils gefrornen Neva ſetzte. Gleichwohl haben die Verſuche mehrerer Phyſiker nicht ganz gleiche Reſultate gegeben. Die Zuſammenziehung des Queckſilbers vom Siedpunkte bis zur Temperatur des zergehenden Eiſes betrug zwiſchen 148,2 und 161,5 Zehntauſendtheile. De l'Iſle hatte 153 angenommen, bey der Eintheilung ſelbſt aber die runde Zahl 150 gewählt, welche Einrichtung der de l'Iſliſchen Skale noch jetzt gewöhnlich iſt.

Es

Es ist sehr schwer, ein genaues Thermometer nach dieser Methode zu verfertigen. Soll es richtig ausfallen, so muß es sehr groß seyn, welches die Empfindlichkeit hindert. Auch wollte de l'Isle auf diese mühsame Art nur Normalthermometer verfertigen, und die übrigen bloß durch Vergleichung mit jenem graduiren. De Lüc macht die Bemerkung, daß die Verschiedenheit der Resultate über den Eispunkt bey diesem Thermometer, von der Ausdehnung des Glases herrühre, deren Größe bey jeder Glasart eine andere ist. Dieser Umstand, sagt er, mache alle Einrichtungen unsicher, welche sich auf Verhältnisse der Grade zum ganzen Volumen beziehen, und nöthige uns daher, die Skale der Thermometer mit Newton und Fahrenheit nicht auf einen einzigen, sondern auf zwey feste Punkte der Wärme zu gründen.

Außer diesen angeführten Einrichtungen hat man unzählbare Abänderungen der Skalen und andere Vorschläge gemacht, welche alle anzuführen der Mühe nicht werth wäre.

Die vorzüglichsten im Gebrauche gewesenen Weingeistthermometer sind folgende: In England graduirte man die Thermometer lange Zeit nach einem bey der königlichen Societät aufbewahrten Normalthermometer, dessen Grade von oben herab gezählt waren. Bey Null stand sehr warm, bey 25 warm, bey 45 gemäßigt, bey 65 Gefrierung. Martine fand die Null mit 89 nach Fahrenheit, und $34\frac{1}{2}$ Grad mit 64 nach Fahr. übereinstimmend.

Auch die in den Englischen Gewächshäusern üblichen Fowlerischen Thermometer werden nach einem Normalthermometer graduirt. Ihre Null steht bey der Temperatur der Luft, wenn es weder kalt noch warm

warm iſt. Nach Martine ſtehen ſie im zergehenden Schnee auf 34 Grad unter Null, und bey Fahrenheits 64 auf 16 über Null.

D. Hales braucht in ſeinen Vegetable Statiks ein Thermometer, welches am Eispunkte auf Null, bey der Temperatur, in welcher geſchmolzenes Wachs zu geſtehen anfängt, auf 100 ſteht, welches nach Martine 142 Grad bey Fahrenh. iſt.

In den Edinburghiſchen Medical Eſſays werden die Wetterbeobachtungen nach einem Thermometer angegeben, das von einem willkührlichen Punkte aus in Zolle und Zehntheile getheilt iſt. Nach Martine ſteht es in zergehendem Schnee auf 8,2, bey der Wärme des menſchlichen Körpers auf 22,2 Zoll.

Micheli du Creſt °) aus Genf entwarf im Jahr 1740 den Plan einer neuen Einrichtung des Weingeiſtthermometers. Er nahm zwey beſondere Materien der Wärme und Kälte an, deren Wirkungen ſich im Innern der Erde völlig aufhöben, daher die Temperatur der Erdkugel bey ihm Null iſt. Dieſe Temperatur bemerkte er in den Kellern der Pariſer Sternwarte, glaubte, ſie müßte an allen unterirdiſchen Orten eine und dieſelbe ſeyn, und gab ihr den Nahmen: Gemäßigt (le temperé). Sein zweyter feſter Punkt war die Siedhitze des Waſſers. Damit der Weingeiſt genöthigt würde, dieſe anzunehmen, ohne daß er herausliefe, ließ er Luft über demſelben, und

o) Deſcription de la methode d'un thermomètre univerſel. à Paris 1742. 8. Recueil des pièces ſur les thermomètres et baromètres à Bale 1757. 4. Mich. du Creſt kleine Schriften von den Thermom. und Barom. überſ. von Thenn. Augſp. 1770. 8.

und schmolz oben eine kleine Kugel an, damit diese Luft beym höchsten Stande des Weingeistes nicht allzusehr zusammengedruckt würde. Auf solche Art half er einem der größten Fehler der vorigen Weingeistthermometer ab, in welchen der Liquor weit unter der Siedhitze des Wassers geblieben war. Den Raum zwischen beyden Punkten theilte er in 100 Grade der Wärme, und trug unter die Null gleiche Grade der Kälte.

Am Queckſilberthermometer machte der Professor Christin zu Lyon die Theilung des Raums zwiſchen Eis- und Siedpunkte in 100 gleiche Theile. Indessen scheint Christin nicht sowohl auf diese zwey festen Punkte selbst, als auf das Ausdehnungsverhältniß des Queckſilbers gesehen zu haben, welches er zwiſchen beyden Punkten wie 66:67 annahm, so daß seine Grade eigentlich 6600 Theile des ganzen Volumens vorstellen sollen. Celsius p) aber, Professor in Upsala, hielt es mit Recht für besser, bloß auf zwey feste Punkte zu sehen, als auf Ausdehnungsverhältnisse Rücksicht zu nehmen, deren genaue Bestimmung sehr großen Schwierigkeiten unterworfen ist, und durch so mancherley Umstände verändert wird, daß man daraus keine allgemeine Norm für alle Thermometer ableiten kann. Daher nimmt er an, auf jedem Thermometer solle der Stand des Queckſilbers im zergehenden Schnee und im kochenden Wasser untersucht werden, und schlägt vor, den Raum zwiſchen beyden allezeit in 100 Grade einzutheilen. Hierin sind ihm die Schwedischen Gelehrten gefolgt, und man nennt diese bequeme Theilung in 100 Grade die Schwe-

p) Von zween beſtändigen Gräden auf dem Thermometer in den ſchwed. Abhandl. 1742. S. 197.

Schwediſche Skale, auch die Skale des Celſius, oder Chriſtin.

Ueberhaupt ſcheint man von dieſer Zeit an dieſe beyden feſten Punkte ganz allgemein zur Norm angenommen zu haben. Man iſt darüber einſtimmig geworden, ſie an jedem Queckſilberthermometer durch unmittelbare Verſuche zu beſtimmen, und ihren Abſtand, den Fundamentalabſtand, Fundamentalraum (diſtantia fundamentalis, intervallum fundamentale) in eine Anzahl gleicher Theile oder Grade zu theilen. Wie viel ſolcher Theile ſind, und wie ſie gezählt werden, iſt an ſich willkührlich. Außer den gewöhnlichſten und gebräuchlichſten Eintheilungen beym Fahrenheitſchen, de l'Isliſchen, Reaumuriſchen und Schwediſchen Thermometer hat man ſich noch verſtattet, dem Thermometer faſt zu jeder beſondern Anwendung eine eigene Skale zu geben. So hat de Lüc zwey neue Skalen, eine zur Berichtigung des Barometerſtandes wegen der Wärme des Queckſilbers, die andere zur Berichtigung der berechneten Höhen wegen der Temperatur der Luft, vorgeſchlagen. Die erſte dieſer Skalen muß wieder für jede andere Barometerhöhe verhältnißmäßig verändert werden.

Von dieſen angeführten Einrichtungen und ihrer Vergleichung finden ſich ſonſt Nachrichten beym Leutmann [q]), Bülfinger [r]), Wargentin [s]), von Bergen [t]) und Hennert [u]).

Nach

q) Inſtrumenta meteorognoſiae inſervientia. Witteb. 1725. 8
r) De thermometris et eorum emendatione in Comment Petrop. T. III. p. 196.
s) Schwediſche Abhandl. 1749. S. 167.
t) Comment. de thermometris menſurae conſtantis. Norimb. 1757. 4.
u) Traité des thermomètres à la Haye. 1758. 8.

Nachdem Fahrenheit zu seinen Thermometern statt des Weingeistes das Quecksilber mit vielem Glücke gebrauchte, so erklärten sich auch einige der größten Naturforscher für diese Materie. Seitdem aber der Herr von Reaumur sein so sorgfältig graduirtes Weingeistthermometer einführte, theilten sich nun die Meynungen aufs neue, und ob man gleich in Holland und England die Fahrenheitsche Einrichtung beständig beybehielt, so ward doch Reaumur's Thermometer in Frankreich und Italien vorgezogen, und der Weingeist fand aufs neue an Micheli du Cresi einen eifrigen Vertheidiger. Dagegen hat aber de Lüc x) die weit überwiegenden Vorzüge des Quecksilbers überzeugend dargestellt.

Der erste und wichtigste Vorzug des Quecksilbers ist dieser, daß es unter allen bisher zum Thermometer gebrauchten Materien diejenige ist, deren Gang den Veränderungen der Wärme selbst am nächsten kömmt. Unter dem Ausdrucke Gang wird die Reihe der Ausdehnungen oder Verdichtungen verstanden, welche durch eine Reihe von Vermehrungen oder Verminderungen der Wärme erzeugt werden. Diesen behaupteten Satz zu erweisen, nimmt de Lüc an, daß Materien, deren Volumen beym Gefrieren zunimmt, sich nicht proportional mit den Verminderungen der Wärme selbst verdichten können; und daß eben so wenig diejenigen Materien, die in der Hitze stark verdunsten, sich proportional mit den Ausdehnungen der Wärme selbst ausdehnen können. Denn was auch für eine Ursache der Ausdehnung beym Gefrieren statt hat

x) Recherches sur les modifications de l'atmosphère. à Geneve. T. I. §. 410. u. sqq. der Ueberseţ. S. 355. u. f.

haben möge, ſo fängt ihre Wirkung nicht im Augenblicke des Gefrierens ſelbſt an; ſondern ihr Einfluß zeigt ſich ſchon lange vorher, und iſt von dem erſten Grade der Verdichtung ſchon merklich. Die Verdichtungen ſolcher Materien werden abnehmend gefunden, wenn man ſie mit den Verdichtungen anderer Materien, die erſt ſpäter gefrieren, vergleicht. So wird z. B. reines Waſſer von gleicher Kälte weniger verdichtet, als geſättigtes Salzwaſſer, welches ſpäter gefriert; Baumöl, welches ſich beym Gerinnen zuſammenzieht, wird ſtärker verdichtet, als rektificirter Weingeiſt, der ſich beym Gefrieren ausdehnt. Im Gegentheil muß auch die Urſache, welche zuletzt das Verdunſten und Kochen bewirkt, ſchon einige Zeit vor dem Verdunſten ſelbſt wirken, und ihr Einfluß muß die Ausdehnungen durch gleiche Wärmegrade ſtärker machen, als ſie ſonſt ſeyn würde. So ſind auch wirklich die Ausdehnungen der Oele zunehmend, in Vergleichung mit den Ausdehnungen des Queckſilbers, welches ſpäter kocht und verdunſtet.

Aus dieſen Betrachtungen folgert de Lüc, daß eine Materie, welche ſehr ſpät verdunſtet und kocht, ſehr ſpät gefriert, und ſich beym Gefrieren nicht ausdehnt, ſehr geſchickt zum Wärmemaaße ſey, nicht allein deßwegen, weil ſie ſich länger im Stande befindet, große Grade der Kälte und Hitze anzugeben, ſondern vorzüglich deßwegen, weil ſie mehr und länger, als andere Materien, von den Einflüſſen frey bleibt, welche in der Hitze und Kälte den Gang unregelmäßig machen, und ſein richtiges Verhältniß zu den eigentlichen Veränderungen der Wärme ſelbſt ſtören.

Nun iſt es aber bekannt, daß das Queckſilber ſpäter verdunſtet und kocht, als alle andere gewöhnlich

flüſ-

flüssigen Materien, und was sein Gefrieren anlangt, so leitet de Lüc aus Brauns Versuchen diese Folgerungen her, 1. daß es sich dabey nicht ausdehne, 2. erst bey einer ungemein großen Kälte gefriere, 3. bis zum Gefrieren selbst sich regelmäßig verdichte. Zugleich macht auch de Lüc hieben wahrscheinlich, daß die Ursache der Zusammenziehung beym Gefrieren plötzlich entstehe, und nicht so, wie die Ursache bey der Ausdehnung, schon vorher auf den Gang der Verdichtungen Einfluß habe, woraus denn folgt, daß eine Materie, deren Verdichtungen in Vergleichung mit allen andern zunehmend sind, in ihrem Gange den Verhältnissen der Veränderungen der Wärme selbst am nächsten komme. Daß nun das Queckſilber eine solche Materie wirklich sey, zeigt de Lüc in einer aus mühsamen Versuchen gezogenen Tabelle, wo der Gang eines Queckſilberthermometers mit dem Gange von sechs andern von Baumöl, Camillenöl, Quendelöl, Weingeist, Salzwasser und Wasser verglichen ist.

Hiernächst sucht de Lüc seinen Satz durch unmittelbare Erfahrungen zu bestätigen. Herr le Sage in Genf war darauf verfallen, mit der nöthigen Vorsicht das Thermometer in Mischungen von kaltem und warmen Wasser zu bringen, so wie schon Rezzaldini vorgeschlagen hatte, und dadurch ein äquidifferentiales Thermometer zu Stande zu bringen. Diesen Gedanken benutzte de Lüc sehr sinnreich. Er mischte gleiche Massen Wasser von ungleichen Temperaturen m, n zusammen, welche eine Mischung von der Temperatur $\frac{m+n}{2}$ geben müssen. Daß die Grade m, n nicht absolute Größen der Wärme ausdrucken, thut hiebey nichts. Denn man nehme an, die abso-

luten Größen ſelbſt wären $z + m$, $z + n$, ſo wird nach derſelben Regel die Wärme der Miſchung wieder um $z + \frac{m+n}{2}$ ſeyn; d. i. die Reſultate bleiben die nämlichen, nur daß überall noch einerley unbekanntes z hinzugefügt werden müßte, wenn man abſolute Größen der Wärme haben wollte.

Wenn gleiche Maſſen von 6 Grad und von 75 Grad Temperatur nach dem Queckſilberthermometer von 80 Graden vermiſcht werden, ſo ſollte die Miſchung 40,5 Grad haben; das Thermometer zeigte aber nur 39,2 Grad. Hiebey war das heiße Waſſer in das Gefäß des kältern gegoſſen worden. Um den Einfluß der Erkältung während des Zugießens, und der Mittheilung der Wärme an das kältere Gefäß auszuſchließen, ward jetzt das kältere Waſſer von 5,2 Grad in das Gefäß des heißen von 75 Grad gegoſſen. Die Miſchung ſollte 40,1 Grad halten, das Thermometer zeigte aber nur 39,3.

Die wahre Wärme hiebey hatte um den halben Unterſchied der Temperaturen (34,9) abgenommen; das Queckſilber hatte ſich um mehr, als den halben Unterſchied (nämlich um $75 - 39{,}3 = 35{,}7$) verdichtet, und ihm blieb für die andere Hälfte bis völlig zur kältern Temperatur weniger Verdichtung (nur $39{,}3 - 5{,}2 = 34{,}1$) übrig. Mithin zeigt ſich der Gang des Queckſilbers bey gleichen Verminderungen der Wärme wirklich abnehmend. Dieß, ſagt de Lüc, iſt die ſtärkſte Beſtätigung des Satzes, daß das Queckſilber in ſeinem Gange den Veränderungen der Wärme ſelbſt näher kömmt, als andere Materien. Denn da ſein Gang gegen Verdichtungen anderer

Mat

Materien bey gleichen Verminderungen der Wärme gehalten, zunehmend, mit der Wärme selbst aber verglichen immer noch abnehmend ist, so müssen sich ja alle bisher versuchte Materien vom Gange der Wärme selbst noch mehr, als das Queckſilber, entfernen.

Herr de Lüc geht noch weiter. Die angeführten Versuche zeigen, daß die Gänge des Queckſilbers und der Wärme selbst nur wenig von einander abweichen. Nach einer muthmaßlichen Berichtigung wegen Erkältung beym Ausgießen, und wegen der Wärme des Gefäßes, war das mittlere Resultat, daß das Thermometer, das 39,3 zeigte, 40,3 müßte gezeigt haben, wenn seine Grade gleiche Theile der Wärme ausdruckten. Der Gang der Oele wich wiederum sehr wenig vom Gange des Queckſilbers ab, und die Vergleichung zeigte, daß das wesentliche Camillenöl bey der Temperatur der vorigen Mischung gerade eben so weit vom Queckſilber, als dieses von der Wärme selbst, abgieng. De Lüc nahm also den Gang des Oelthermometers in Vergleichung mit dem Queckſilberthermometer, für den Gang des letztern in Vergleichung mit der Wärme selbst an, und zog daraus nach wiederholter Prüfung durch mehrere Versuche folgende Tabelle, in der die unbekannt bleibende Wärme des zergehenden Eises durch z ausgedruckt ist.

Queckſilbertherm. von 80 Grad			Wirkliche Wärme	Unterschiede der wirkl. Wärme
Siedpunkt	80	Grad -	z + 80,00	
	75	- -	z + 75,28	4,72
	70	- -	z + 70,56	4,72
	65	- -	z + 65,77	4,79
	60	- -	z + 60,96	4,81
	55	- -	z + 56,15	4,81

Queckſilbertherm. von 80 Grad	Wirkliche Wärme	Unterſchiede der wirkl. Wärme
Siedpunkt 50 Grad -	z + 51,26	4,89
45 - -	z + 46,37	4,89
40 - -	z + 41,40	4,97
35 - -	z + 36,40	5,00
30 - -	z + 31,32	5,08
25 - -	z + 26,22	5,10
20 - -	z + 21,12	5,10
15 - -	z + 15,94	5,18
10 - -	z + 10,74	5,20
5 - -	z + 5,43	5,31
0 - -	z	5,43
		80,00

Das Verhalten der übrigen flüſſigen Materien zu überſehen, dient folgende Tabelle, welche den Grad anzeigt, auf welchem die von ihnen verfertigten Thermometer ſtehen, wenn das von Queckſilber 38,6 Grad zeigt, mithin die wirkliche Wärme z + 40 iſt. Auch iſt dabey das Verhältniß ihrer Verdichtungen vom Siedpunkte bis zu z + 40, und von da bis zum Eispunkte angegeben.

Materien des Therm.	Stand bey der Wärme z + 40	Verhältniß der Verdichtung in der 1ſten und 2ten Hälfte
Queckſilber - - -	38,6 - -	15 : 14
Baumöl und Leinöl -	37,8 - -	15 : 13,4
Camillenöl - - -	37,2 - -	15 : 13
Quendelöl - - -	37 - -	15 : 12,9
Geſättigt. Salzwaſſer	34,9 - -	15 : 11,6
Weingeiſt, der Pulver zündet - - -	33,7 - -	15 : 10,9
Waſſer - - -	19,2 - -	15 : 4,7

Weil

Weil nun alles beym Thermometer auf eine gleichförmige und allgemein übereinstimmende Art der Verfertigung ankommt, wobey man von der Bedingung, die Theile der Skale gleich zu machen, nicht abgehen kann, so ist von selbst klar, daß man zum allgemein anzunehmenden Thermometer diejenige Materie wählen müsse, bey welcher gleiche Theile, so nahe als möglich, gleiche Aenderungen der Wärme bezeichnen. Die angeführten Versuche beweisen, daß diese Materie das Queckſilber sey.

Ein zweyter Vorzug des Queckſilbers ist dieser, daß es sich leichter, als andere Materien, von Luft reinigen läßt. Der Weingeist, welcher die Wärme des kochenden Wassers annehmen soll, muß entweder von Luft befreyet, oder durch zurückgelassene Luft im obern Theile der Röhre gedrückt werden. Das erste Mittel nach Durands Vorschlage ist mühsam, besonders bey engen Röhren; das zweyte, welches du Creſt gebraucht, unsicher und unbestimmt. Alle Materien werden den Siedpunkt unrichtig zeigen, wenn sie nicht von Luft befreyet sind, welches bey Oelen, Salzwasser u. d. gl. äußerst schwer, beym Queckſilber aber durchs Kochen sicherer zu bewerkſtelligen ist.

Drittens verträgt das Queckſilber nach de Lüc sehr große Grade der Hitze und Kälte, nämlich von + 275 bis — 261 der Skale von 80 Theilen.

Der vierte Vorzug des Queckſilbers ist dieser, daß es eine größere Empfindlichkeit zeigt, vermöge welcher es die Veränderungen der Wärme schneller, als andere Materien, annimmt. De Lüe setzt es sechsmal empfindlicher, als den Weingeist, und erklärt hieraus einen Theil des Unterschiedes, der sich zwischen du Creſt's und seiner Tafel über die correspondiren-

den Grade des Weingeiſt- und Queckſilberthermometers zeigt.

Fünftens kann man das Queckſilber, wenn es gehörig gereinigt iſt, als eine Materie von immer gleicher Beſchaffenheit anſehen, ſo daß alle Queckſilberthermometer eben denſelben Gang haben, dahingegen der Weingeiſt ſtets von anderer Güte und Beſchaffenheit gefunden wird; daher der Gang der Weingeiſtthermometer beſtändig verſchieden iſt, wie auch die Erfahrung lehrt.

Du Creſt tadelt am Queckſilber, es ziehe ſich bey heftiger Kälte mehr zuſammen, als es ſich verhältnißmäßig in der Hitze ausdehne. Du Creſt nimmt aber die Sache ſo, daß ſeine Temperatur der Erdkugel der Standpunkt iſt, von welchem aus die Materien der Wärme und der Kälte gleiche oder verhältnißmäßige Ausdehnungen oder Verdichtungen bewirken ſollen. Dieſe Gleichheit glaubt er nun beym Weingeiſte zu finden, beym Queckſilber aber nicht, wenn er die äußerſten Temperaturen auf der Erde, die Wärme in Senegal und die Kälte in Kamtſchatka, mit dem gemäßigten Mittel vergleicht. Allein du Creſt's angenommene Vergleichungspunkte beruhen bloß auf einer leeren Hypotheſe, und de Lüc's Verſuche zeigen im Gegentheil, daß zwiſchen Sied- und Eispunkte und bey minderm Grade der Kälte die Verdichtungen des Queckſilbers in Vergleichung mit der Wärme ſelbſt keinesweges zunehmend, ſondern nur weniger abnehmend ſind, als die des Weingeiſtes.

Ob nun gleich de Lüc die Vorzüge des Queckſilbers vor dem Weingeiſte überzeugend dargethan hat, ſo empfiehlt er doch ſelbſt zum gemeinen Gebrauche für Witterungsbeobachtungen die Weingeiſtthermometer, weil

weil sie so wohlfeil, so leicht zu füllen, und wegen des gefärbten Liquors dem Auge angenehm sind. Er will aber, daß sie nach einem Normalthermometer von Queckſilber graduirt werden, mithin ungleiche Grade bekommen ſollen.

Da ſich die Phyſiker ein- für allemal vereinigt haben, bey den gebräuchlichen Thermometern die Wärme des ſiedenden Waſſers als den obern feſten Punkt anzunehmen, ſo kömmt es vorzüglich auf gewiſſe Umſtände beym Sieden des Waſſers an, um dieſen Siedspunkt bey allen Thermometern übereinſtimmend zu finden.

Den Vorgang des Siedens beſchreibt Muſſchenbroek y) auf folgende Art: Wenn das Waſſer warm zu werden anfängt, ſo ſteigen anfänglich bloß Luftbläschen in die Höhe. Bringt man hierauf das Gefäß näher zum Feuer, ſo dringt es durch mehrere Zwiſchenräume des Bodens, und ſteigt in Geſtalt dünner Fäden auf, welche die Durchſichtigkeit des Waſſers in etwas trüben, aber ſich doch durch die ganze Maſſe verbreiten. Endlich tritt das Feuer in größerer Menge unter der Form von flockigten Fäden ein, welche aber ungleichförmig aufſteigen, und aus kleinen Bläschen beſtehen. Es durchdringt das Waſſer, erhebt es, und bildet auf ſolche Art auf der Oberfläche hin und wieder Wellen oder kleine Säulen, bis zuletzt die ganze Waſſermaſſe in Bewegung geſetzt wird, und ihre Durchſichtigkeit beynahe gänzlich verliert. Muſſchenbroek ſucht ſich durch folgende Worte noch näher zu erklären. Er ſagt, die am Boden ſich gebildeten Blaſen ſind durchſichtig und beſtehen aus Feuer und einer Art von Dampf, in welche die

y) Introduct. ad philoſoph. natural. §. 1455.

die vom Feuer berührten Waſſertheilchen verwandel werden. Weil das Waſſer nur eine gewiſſe Meng Feuer auflöſen kann, ſo verbreitet ſich das überflüſſig Feuer durch die ganze Waſſermaſſe, ſtrebt durch all Seiten, beſonders aber durch die Oberfläche auszuge hen, und reißt aus dem Waſſer eine Menge Theile i Geſtalt des Dampfes mit ſich fort. Dieſer Damp ſteigt in ungleicher Menge und Stärke auf, theil weil das Feuer ungleichförmig ausgeht, theils wei jedes Dampftheilchen mit Elektricität umgeben ſeyn muß. In dieſer mechaniſchen Erklärung finden ſich alle Gründe vereinigt, welchen man ehemals das Auf ſteigen der Dämpfe zuſchrieb, nämlich Stoß des Feuers Verwandlung in hohle Bläschen, umdrehende Be wegung des Waſſers und Elektricität. In der Folg hat man aber den Vorgang des Siedens weit natürli cher durch eine bloße mechaniſche Verbindung der Wär me mit den Waſſertheilchen erklärt, wie am gehörigen Orte weiter angeführt werden ſoll.

Nach de Lüc nehmen Regen- Fluß- und Quell waſſer gleiche Siedhitze an, geſättigtes Salzwaſſe aber auf 7 Reaumuriſche Grade mehr. Daher, ſag er, ſey zur Beſtimmung des Siedpunktes am Ther mometer das Regenwaſſer am ſicherſten zu gebrauchen Ferner hat de Lüc gefunden, daß bisweilen, beſon ders wenn das Waſſer noch nicht völlig kocht, di Hitze auf dem Boden faſt um 1 Grad größer iſt, al im obern Theile des Gefäßes. Da überdem das Waſ ſer ſelbſt während des Siedens heißer werde, ſo müſſ man es auf das ſtärkſte kochen laſſen. Uebrigens ſe es aber nicht hinreichend, die Kugel allein in eine ge hörige Menge ſiedendes Waſſer zu bringen, ſondern e müſſe auch die Röhre ſo weit, als die flüſſige Materi

in ihr steige, der Hitze desselben ausgesetzt, und darin erhalten werden.

Einen vorzüglichen Einfluß auf das Sieden hat der Druck der Luft. Je geringer dieser ist, desto eher siedet das Wasser. Am 6ten Octob. 1739 brachte le Monnier z) ein Queckſilberthermometer, welches zu Perpignan bey einem $28\frac{1}{6}$ Pariſ. Zoll hohen Barometerſtand getheilt war, auf den Gipfel des Canigou in den Pyrenäen, wo der Barometerſtand nur 20 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linie, alſo beynahe um 8 Zoll, geringer war. Als er es hier in kochendes Waſſer brachte, ſtand es um 9 Reaumuriſche oder um 15 de l'Isliſche Grade unter dem zu Perpignan wahrgenommenen Siedpunkte.

Inzwiſchen war bis jetzt noch gar kein Geſetz bekannt, nach welchem bey vermehrtem oder vermindertem Druck der Atmosphäre der zum Sieden des Waſſers nöthige Wärmegrad zu- oder abnehme. Erſt Herr de Luc a) gab ſich Mühe, durch Verſuche ein ſolches Geſetz auszumitteln. Zu dem Ende beobachtete er auf einer Reiſe von Genf nach Genua im Jahr 1762 die Wärme des kochenden Waſſers an zehn Orten, und auf ſeiner Rückreiſe an 16 Orten von ſehr verſchiedenen Höhen an einerley Thermometer, an welchem der jedesmalige Abſtand des Siedpunktes vom Froſtpunkte durch einen Faden auf einem getheilten Maasſtabe gemeſſen ward. Nachdem er nun dieſe ſeine Verſuche mit einander verglich, ſo fand er, daß die Unterſchiede der Siedhitze den Unterſchieden der Barometerhöhen nicht proportional waren, daß vielmehr bey gleich-

ſör-

z) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1740.
a) Unterſuchung über die Atmosphäre. a. d. Franz. Th. I. S. 450. f.

förmig abnehmender Barometerhöhe der Grad d
Siedhitze in der Folge ſtärker, als im Anfange, a
nimmt. Herr de Lüc getrauete doch ſeinen Beobac
tungen nicht die gehörige Schärfe zu, um das wah
Geſetz, nach welchem ſich die Unterſchiede richten, g
nau daraus ableiten zu können, und ſetzte daher i
Durchſchnitte beyde Unterſchiede einander proportiona

Im Monat May 1762 fand er nun

	den Barometerſtand	Abſtand d. Sied- u. Froſtpunkt
zu Turin —	328¾ Linien	822 Theile des Maaßſtab
auf dem Montcenis	273½ —	782 — — —
Unterſchiede	55½ Linien	40 Theile

Im Monat Auguſt

zu Genua —	341 Linien	892 Theile
zu Tovet, Deſſus	263½ —	773 —

Es verhielten ſich alſo im Durchſchnitte die Un
terſchiede der Barometerhöhen zu den Unterſchieden de
Abſtände des Siedpunktes in Theilen des Maaßſtabe
wie $55\frac{1}{2} + 77\frac{3}{4} : 40 + 56$ oder wie $133\frac{1}{4} : 96$; mi
hin würde hiernach eine Linie Barometerfall den Sied
grad des Waſſers um $\frac{96}{133\frac{1}{4}}$ oder um 0,72 Theile de
Maaßſtabes erniedrigen.

Herr de Lüc ſetzt feſt, daß der Siedpunkt al
ler Thermometer bey 27 Zoll Barometerhöhe beſtimm
werden ſoll. Für dieſe Höhe, welche um 17 Linien
geringer iſt, als die zu Genua beobachtete, ergieb
ſich alſo der Abſtand des Siedpunktes von dem Froſt
punkte 829 — 17 . 0,72 = 816,8 Theile des d
Lüc'ſchen Maaßſtabes. Von dieſem Fundamentalab
ſtande betragen 0,72 Theile des gebrauchten Maasſta
bes den 1134ſten Theil deſſelben. Es erniedrigt daher
ein

eine Linie Barometerfall den Siedpunkt des Thermometers um $\frac{1}{1134}$ desjenigen Fundamentalabstandes, welcher bey 27 Zoll Barometerhöhe ist gefunden worden, welches bey der Fahrenheitschen in 180 Grade getheilten Skale $\frac{180}{1134}$ oder $\frac{10}{63}$ Grade beträgt. Folglich verändert sich der Siedpunkt bey der Veränderung des Barometerstandes von 27 Zoll bis auf 28 Zoll Höhe $\frac{10}{63} . 12 = \frac{120}{63}$ oder um 1,9 Fahrenheitsche Grade.

Wenn man z. B. zu einer gewissen Zeit an einem Orte, wo das Barometer 26 Zoll hoch steht, Wasser kochen wollte, so siedet es alsdann, wenn ein bey 27 Zoll Barometerhöhe getheiltes Thermometer darin 212 — 1,9 = 210,1 Fahrenh. Grade zeigt. Oder zeigte das Barometer auf einem Berge nur 21 Zoll, so würde das Wasser schon bey 212 — 6 . 1,9 = 200,6 Wärme an einem solchen Thermometer kochen.

Wenn man andere Thermometer gebraucht, deren Siedpunkte bey andern Barometerhöhen bestimmt, und welche um α größer oder kleiner als 27 Zoll sind, so ist leicht zu begreifen, daß der Fundamentalabstand dieser Thermometer selbst um $\frac{\alpha}{1134}$ des vorigen Abstandes größer oder kleiner ist, oder $1134 \pm \alpha$ ausmacht, wenn der vorige 1134 betrug. Mithin muß nunmehr das, was bey dem vorigen $\frac{1}{1134}$ war, jetzt $\frac{1}{1134 \pm \alpha}$ seyn. Hieraus findet de Lüc seine erste Regel: Eine Pariser Linie Barometerfall erniedrigt den Siedpunkt um $\frac{1}{1134 \pm \alpha}$ des auf dem Thermometer befindlichen Abstandes zwischen Sied- und Frostpunkt.

Herr

Herr de Lüc [b]) wiederholte dieſe Unterſuchung im Jahr 1765 auf den Gebirgen Faucigny etwas g nauer, und bediente ſich zur Beſtimmung der Siedhi des Waſſers auf Bergen eines eigenen Apparats. E fand, daß ſeine gegebene Regel bey großen Barom terveränderungen nicht mehr zutreffe; daher gab er ſic außerordentliche Mühe, das wahre Geſetz aus ſeine Beobachtungen abzuleiten, ſo daß es mit den Barc meterveränderungen in einer genauen Verbindung ſteh Endlich fand er folgende Formel, bey welcher der Buch ſtabe b den Barometerſtand in Sechszehntheilen de Pariſer Linie bedeutet, und die Siedhitze in Grade der bey 27 Zoll Barometerhöhe beſtimmten Skale vo 80 Graden ausgedruckt wird,

A) Siedhitze $= \frac{22}{2}$ log. b — 103,87

Exemp. Es ſey die Barometerhöhe b = 28 Zoll 5 Linien = 5756 Sechszehntheile der Linie. Hievon nehme man den Logarithmen hundertfach, alſo

100	log. b	=	373,68744
	log. b	=	3,73687
99	log. b	=	369,95057 : 2
$\frac{99}{2}$	log. b	=	184,97528
		—	103,87
Siedhitze		=	81,10 Grade.

Des Herrn de Lüc's Beobachtungen, welche unter dem natürlichen Druck der Atmosphäre angeſtellt ſind, erſtrecken ſich nur von $28\frac{1}{2}$ Zoll Barometerhöhe bis 19 Zoll 7 Linien 15 Sechszehntheile.

Herr de Lüc giebt noch eine andere Formel an, welche ſich auf Betrachtung phyſiſcher Urſachen des Phä-

b) Unterſuchungen über die Atmosphäre. Th. II. §. 857. u. f.

Phänomens, auf einen ungemein mühsamen Versuch und auf ein Paar Voraussetzungen gründet. Die Ursachen der verschiedenen Siedhitze sind, weil die Hitze, bey welcher das Wasser kochen sollte, durch den Druck der Atmosphäre und zugleich durch den Verlust an Wärme, welchen die der Luft ausgesetzte Oberfläche erleidet, vermindert wird. Den Versuch stellte de Lüc durch ein von ihm selbst verfertigtes Wasserthermometer an, welches sehr viele Arbeit erforderte. Ohne allen Druck und Verlust an Wärme kochte das Wasser bey 78 Graden. Die angenommenen Voraussetzungen waren diese: die Verstärkung der Siedhitze durch den Druck der Atmosphäre verhalte sich direct, und der Verlust der Wärme umgekehrt, wie der Druck. Seine mühsamen Untersuchungen leiteten ihn endlich auf folgende Formel, bey welcher b den Barometerstand in Linien andeutet:

B) Siedhitze $= 78 + 0{,}03642 . b - \frac{3175{,}2}{b}$ Grad.

Exemp. Es sey b = 28 Zoll 5 Linien = 341 Linien, so wird das zweyte Glied der Formel = 12,41922 und das dritte = 9,3, folglich die Siedhitze = 78 + 12,41922 − 9,3 = 81,1 gerade wie vorhin.

De Lüc hat nach diesen beyden Formeln A) und B) eine Tabelle (§. 1088.) berechnet, welche zeigt, daß sie für die von ihm angegebenen Grenzen der Barometerhöhen ziemlich genau zusammentreffen. Ob sie aber auch bey niedrigern Barometerhöhen, als de Lüc angenommen hat, als wirkliche Naturgesetze gelten können, ist erst in der Folge genauer untersucht worden.

Aus allen dieſen erhellt, daß der Siedpunkt d
Waſſers, wenn er am Thermometer zum feſten Punk
werden ſoll, jederzeit beym gleichen Druck der Atm
ſphäre oder bey einerley Barometerhöhe beſtimmt w
den muß.

Was den untern feſten Punkt oder den Eispun
am Thermometer betrifft, ſo nahm de Reaumu
zuerſt beſtimmt für ihn diejenige Temperatur an, d
zum Gefrieren des Waſſers hinreichend iſt. Die
ſuchte er, indem er ein kleines Gefäß mit Waſſer in ei
Miſchung von 2 Theilen Eis und 1 Theil Kochſa
ſetzte, und wartete, bis das Waſſer gefroren war, u
der Weingeiſt in dem hineingeſenkten Waſſer nicht w
ter herabfiel. Herr de Lüc c) aber findet, daß die
Methode unſicher iſt, und an den eigentlichen Rea
muriſchen Thermometern den Gefrierpunkt um $\frac{4}{7}$ Gr
tiefer gegeben hat, als der Punkt des zergehenden E
ſes ſteht. In der Folge haben Reaumur und No
let ſelbſt dieſen letztern Punkt gewählt; Briſſon
welcher Augenzeuge hievon war, hat dieſe Methol
von ihnen angenommen. Nach Herrn de Lüc iſt e
einerley, ob der Eispunkt am Thermometer im au
thauenden Eiſe, oder im Waſſer mit Eis vermiſch
beſtimmt wird. Er füllt nämlich ſein Gefäß mit Ei
das zuvor in einem Tuche mit dem Hammer zerſchlage
worden, und ſetzt das Thermometer ſo hinein, daß e
ganz davon umgeben iſt, und unter der Kugel noch
Zoll hoch Eis über dem Boden liegt. Bey aufthauen
dem Eiſe halten ſich Waſſer und Eis in gleicher Tem
peratur.

Bei

c) Unterſuch. über die Atmosph. B. I. §. 436. u. 443, f.

Vergleichungstafeln der Skalen von verschiedenen Thermometern haben Martine [d]) und genauer Braun [e]) gegeben.

Man hatte sehr bald wahrgenommen, daß Amonton's Luftthermometer große Mängel besitze. Hermann [f]) schlug daher folgende Einrichtung vor, um dadurch vermittelst einer Formel die mittlere Geschwindigkeit der Theilchen zu finden, in deren Bewegung er nach dem Cartesianischen Systeme das Wesen der Wärme und Elasticität setzte. Es wird nämlich an einem gewöhnlichen unten aufwärts gekrümmten Gefäßbarometer (fig. 2.) ecm die Oefnung des Gefäßes m zugeschmolzen. Die Vollkommenheit dieses Luftthermometers beruht vorzüglich darauf, daß oben in der Torricellischen Leere nicht die geringste Luft zurückgeblieben seyn muß. Die in dem Raume mfa eingeschlossene Luft wird bey größerer Wärme eine niedrigere Queckſilbersäule tragen; und wenn das Gefäß in Vergleichung mit der Röhre sehr groß ist, so bleibt der Raum, den die Luft darin ausfüllt, also ihre Dichtigkeit, in beyden Fällen beynahe einerley. Demnach verhält sich die Höhe der Queckſilbersäulen beynahe wie die zugehörige Wärme.

Daniel Bernoulli [g]) wollte aber den Fehler vermeiden, welcher aus dem Auf- und Abdrucken der

d) Diss. sur la chaleur avec des observat. nouvelles sur la construct. et comparaison des therm. trad. de l'Angl. à Paris. 1751. 12.

e) Harmonia scalarum in Nov. comment. Petrop. T. VII.

f) Phoronomia. L. II. prop. 85. Schol. p. 377.

g) Hydrodynamica. sect. X. §. 81. sqq.

der Queckſilberfläche fa entſteht, wodurch der Rau
m fa doch in der That verändert wird, und gab daß
ſein bereits im vierten Theile S. 227. beſchrieben
Luftthermometer an. Da er aber wußte, daß der Si
grad des Waſſers nicht allemal vollkommen übere
ſtimmend gefunden werden dürfte, ſo ſagt er, m
könne auch jeden andern Wärmegrad für die Einh
oder das Maas annehmen, und auf folgende Art vi
lig übereinſtimmende Thermometer zuwege bringe
Bernoulli ſetzt voraus, daß ſich bey gleicher Di
tigkeit die Wärme der Luft wie ihre Elaſticität v
halte. Nimmt man alſo diejenige Wärme für d
Einheit an, welche in der Luft bey einer gewiſſen Di
tigkeit und Elaſticität ſtatt hat, z. B. diejenige, b
der das Barometer 28 Zoll hoch ſteht, und ein C
bikfuß Luft 600 Gran wiegt, ſo läßt ſich ein Luftth
mometer alſo verfertigen. Man muß die Dichtigk
der Luft zu derſelben Zeit ſuchen, und zugleich die B
rometerhöhe beobachten. Wenn hiernächſt die Röh
gehörig mit Queckſilber gefüllt und hierauf zugeſchm
zen iſt, ſo muß man zuvörderſt an der Röhre ein
Punkt g bemerken, welchen das Queckſilber bey ein
ziemlich großen Hitze erreicht, wenn die Röhre ver
kal ſteht. Dieß wird alsdenn der größte Grad d
Hitze ſeyn, den das Thermometer zeigt. Auch ka
man den Punkt g ganz willkührlich annehmen, w
fern man ſich nicht zum voraus davon verſichern wi
daß das Thermometer einen gewiſſen Grad der Hit
z. B. des ſiedenden Waſſers, zeigen könne. Hat m
nun zur Zeit dieſes Verſuchs einen Cubikfuß Luft 5
Gran ſchwer, und das Barometer 29 Zoll hoch
funden, ſo neigt man hierauf die Röhre, bis d
Queckſilber g erreicht, und bemerkt die dazu gehöri
Höhe; dieſe Höhe correſpondirt nun mit der Wär

der Luft, welche bey derselben statt hat, wenn ein Cubikfuß 500 Gran wiegt, und das Barometer 29 Zoll hoch steht. Hieraus findet man leicht die derjenigen Wärme zugehörige Höhe, welche das Maas jeder andern Wärme seyn soll. Bey dieser soll nämlich das Barometer 28 Zoll hoch stehen, und ein Cubikfuß Luft 600 Gran wägen. Es sey diese gesuchte Höhe = x, und die Höhe = y, welche der Wärme zugehört, bey der die Dichtigkeit der Luft 500 Gran ist, und das Barometer 28 Zoll hoch steht, so hat man

$$500 : 600 = \text{die bemerkte Höhe} : y$$
$$28 : 29 = y : x$$

folglich wird $x = \frac{29 \cdot 600}{28 \cdot 500}$ der bemerkten Höhe.

Wird nun diese Höhe x in 100 oder 1000 Theile getheilt, so werden diese Theile die Grade des Luftthermometers abgeben, und es werden alle auf eben die Art eingerichtete Thermometer mit einander übereinstimmen.

Bey dieser von Daniel Bernoulli angegebenen Einrichtung des Luftthermometers ist es beschwerlich, daß man die Röhre jedesmal gegen den Horizont neigen muß. Deßwegen schlägt der Herr von Segner [h]) eine verbesserte Einrichtung vor, welche von dieser Unbequemlichkeit frey ist, bey welcher die Röhre beständig den vertikalen Stand behalten kann. Er zeigt, wie sich die Reduktion fd auf diejenige, die sie nach Bernoulli in der geneigten Lage des Thermometers haben müßte, durch Rechnung bewerkstelligen lasse.

Lam-

h) Program. de aequandis thermometris aëreis. Goetting. 1739. 4.

Lambert [i]) gieng wieder zu dem Luftthermom
ter des Amontons zurück. Er machte aber dabe
die Aenderung, daß die Skale (fig. 3.) fb nicht i
Zolle, ſondern in Grade getheilt wird, deren ein j
der $\frac{1}{1000}$ desjenigen Raums ausmacht, welchen d
Luft in der Kugel de bey der Temperatur des zergehe
den Eiſes einnimmt. Dieſe Einrichtung gab er ſeinet
Luftthermometer durch eine ſehr genaue Abwägung d
Queckſilbers, welches in Kugel und Röhre Platz hatt
und durch ſorgfältiges Calibriren aller Theile der Rö
re. Ferner zog er die Wirkung des Drucks der A
moſphäre und der Verlängerung und Verkürzung d
Queckſilberſäule ſelbſt, bey den Veränderungen d
Wärme, mit großer Aufmerkſamkeit in Betrachtun
Nach allen dieſen Berichtigungen zog er endlich au
ſeinen mühſamen Verſuchen das Reſultat, daß ſich d
Luft, wenn man ihr Volumen bey der Temperatu
des zergehenden Eiſes = 1000 ſetze, in der Hitze d
ſiedenden Waſſers bis zum Volumen 1375, oder u
$\frac{375}{1000} = \frac{3}{8}$ ausdehne; wofür er doch hernach die Za
1370 annimmt. Daher giebt er dem Fundamento
abſtande dieſes Luftthermometers 370 Grade ſo, d
zum Eispunkte 1000, zum Siedpunkte 1370 geſe
wird. Nun hatte Lambert folgende Sätze als wa
angenommen: daß ſich bey gleicher Dichte die Wärm
wie die Elaſticität verhalte, und daß bey gleicher M
ſe der Luft und bey gleichem Druck die Wärme i
Verhältniſſe des Raums wachſe, durch den ſich d
Luft ausdehne. Daher empfiehlt Lambert dieſ
Thermometer als ein ſolches, das Grade der wirklich
Wärme angebe.

Da ſich auch feſte Körper, und beſonders M
talle, durch die Wärme ausdehnen, und durch d
Kä

i) Pyrometrie. Berlin 1779. 4.

Kälte wieder zusammenziehen, so hat man sich auch derselben bedient, um dadurch das Zu- und Abnehmen der Wärme zu beobachten, und bestimmte Grade derselben anzugeben. Daher sind die sogenannten Metallthermometer entstanden, welche besonders zur Beobachtung großer Grade der Hitze dienen, in welchen flüssige Materien schon kochen würden. Man nennt sie auch Pyrometer. Der Nahme Pyrometer ist zwar anfänglich solchen Einrichtungen gegeben worden, welche zu Ausdehnungsmaaßen bey schon bekannter Wärme dienen sollten; allein nachher ist es gewöhnlich worden, alle Werkzeuge Pyrometer zu nennen, welche zur Bestimmung hoher Grade der Hitze dienen. Lambert unterscheidet Pyrometer von Thermometern so, daß jene die dem Gefühle unerträglichen, diese die geringern Grade der Wärme angeben sollen.

Zu der Erfindung der Pyrometer gab Richers Pendelbeobachtung zu Cayenne Veranlassung. Die Cartesianer wollten nicht gleich eine geringere Schwere unter dem Aequator annehmen, und suchten den Grund, warum das Sekundenpendel dort $1\frac{1}{4}$ Linie kürzer, als zu Paris, sey, in der Wärme zu Cayenne. Newton hatte zwar aus mehreren Beobachtungen ganz richtig geschlossen, daß der Einfluß der Wärme viel zu gering sey, um Richers Beobachtung zu erklären, welche vielmehr die verminderte Schwere und die abgeplattete Gestalt der Erde beweise. Man sah aber damals die Pendelbeobachtungen nicht für so wichtig an, und ließ die ganze Sache liegen. Erst nach 1730 änderte sich diese Meynung. Newton's System fand in Frankreich Anhänger, und man fieng an, die Wichtigkeit einer scharfen Prüfung der Längen von Pendeln und Meßstangen zu empfinden. Musschen-

broek[k]) war der erſte, der unter dem Nahmen P
rometer ein Werkzeug angab, welches beſtimmt wa
die Ausdehnungen verſchiedener Metalle bey bekannt
Graden der Wärme zu vergleichen. Sein erſtes P
rometer zeigte ſchon die Ausdehnung von $\frac{1}{12500}$ thei
Zoll durch eine merkliche Bewegung des Zeigers.
der Folge gab er ihm eine verbeſſerte Einrichtung
wobey die Ausdehnung einer Stange durch Räderwe
ſichtbarer gemacht wird. Die Stange wird nämli
an dem einen Ende feſt eingeſpannt, damit das and
Ende in der Länge durch Ausdehnung ſich bewege, u
durch ein daran befeſtigtes Stängelchen den Zahn
nes Trillings fortſchiebe. An der Axe dieſes Trillin
befindet ſich ein großes Rad mit vielen Zähnen, w
che in einen andern Trilling eingreifen, deſſen Axe w
derum ein größeres Rad mit Zähnen hat, die in ein
dritten Trilling eingreifen u. ſ. f. Die Axe des letzt
Trillings beſitzt einen Zeiger, welcher ſich auch dur
die geringſte Ausdehnung der Stange um einen fe
merklichen Raum fortbewegt, und auf einem Ziff
blatte Theile anzeigt, deren Anzahl der Ausdehnu
proportional iſt. Wenn dieſer Zeiger mit dem erſt
Augenblicke der Ausdehnung der Stange fortgeh
ſoll, ſo muß er ſo weit, als es angeht, zurückgedre
werden, damit alle Zähne, welche fortgeruckt werd
ſollen, einander völlig berühren. Uebrigens muß h
bey die Stange allein erwärmt werden können, inde
ſich ſonſt das übrige Geſtelle ebenfalls ausdehnen, u
in ſolchen Fällen nur der Unterſchied beyder Ausde
nungen gefunden würde. Muſſchenbroek ſtell
zuer

k) Tentamina experim. in Academ. del Cimento. Lug
Bat. 1731. 4. P. II. p. 12.

l) Introduct. ad philoſoph. natur. T. II. §. 1527.

zuerst fünf Weingeistlampen unter die Stange, veränderte aber nachher die Einrichtung so, daß mit diesen Lampen Wasser in einem blechernen Gefäße erhitzt, und die Stange hineingelegt wurde. In dieser Lage wird sie an die eine Seitenwand des Gefäßes angestemmt, das andere Ende derselben biegt sich aufwärts über einen Einschnitt in der gegenüber stehenden Seitenwand hinaus, und wird an eine gezahnte Zange geschraubt, welche in den ersten Trilling des Räderwerks eingreift. In das erhitzte Wasser wird ein Queckſilberthermometer gebracht, um den Grad der Wärme zu bestimmen.

In England schlug Ellicott im Jahr 1736 m) ein Instrument vor, an welchem das eine Ende der Stange fest, das andere Ende aber mit einem Faden oder mit einer Uhrkette verbunden ist, welcher unter einer Rolle hinweggeführt und in selbiger befestigt wird. Von dieser Rolle geht ein Hebel aus, dessen letztes Ende mit einem andern Faden oder einer Uhrkette verbunden ist, der um eine andere Rolle gelegt und durch ein Gegengewicht so gespannt wird, das es gerade den Hebel hält. Die letzte Rolle besitzt einen Zeiger, welcher auf einer Scheibe Grade zeigt. Dehnt sich nun die Stange aus, so erhält dadurch die Rolle am ersten Ende des Hebels Freyheit, und das Gewicht hebt den Hebel so weit aufwärts, als die Rolle durch Verlängerung der Stange sich drehen kann, wodurch auch zugleich der Zeiger gedreht wird. Eine Verlängerung des Stabes von $\frac{1}{7200}$ Zoll an Ellicotts Werkzeuge gab dem Zeiger eine Umdrehung von Einem Grade. Dieses Werkzeug ist mit zwey Hebeln und

m) Philosoph. Transact. nr. 443. p. 297.

und zwey Rollen mit Zeigern verſehen, ſo daß zugleic zwey Stangen A und B eingelegt werden können Man legt B auf A, erhitzt beyde, und giebt auf de Zeiger acht, um wie viele Grade er dadurch fortgetri ben wird. Darauf läßt man alles erkalten, nimm B hinweg, legt eine dritte gleich lange Stange C au A, und erhitzt ſie ſo lange, bis A wieder den vorige Grad zeigt. Auf ſolche Art laſſen ſich die Ausdehnun gen von B und C mit einander vergleichen.

Eine andere Einrichtung dieſer Art gab Bou guer n) an, womit er eigentlich die Verſchiedenhe der Ausdehnungen durch die Glühehitze in den verſchi denen Klimaten und Höhen der amerikaniſchen Ort unterſuchen wollte. Ob nun gleich der Erfolg davo nach ſeinem Wunſche nicht ausfiel, ſo hat er doch d durch mit ſeinen Reiſegefährten ſchöne Verſuche üb die Ausdehnungen bey der Siedhitze des Waſſers un bey der Sonnenwärme angeſtellt. Sein Inſtrumen hatte folgende weſentliche Einrichtung: zwey unter e nem rechten Winkel mit einander verbundene ſtählern Regeln von einem Fuß lang waren durch eine drit ſchief liegende verbunden; um die Spitze des rechte Winkels drehete ſich ein Zeiger ebenfalls von 1 Fu Länge, welcher auf einem Bogen, der an dem End der einen ſtählernen Regel befeſtigt war, Grade a zeigte. An dem Ende der andern ſtählernen Reg gieng ſenkrecht ein Fuß heraus, auf welchem in d Mitte ein Stift war. Einen dergleichen Stift hat auch der Zeiger von dem Umdrehungspunkte 4 Linie

en

n) Experiences à Quito, ſur la dilatation et la contr ction, qui ſouffrent les metaux par le chaud et le fro in den Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de P ris. 1745.

entfernt. Die Metallstangen, welche untersucht werden sollen, wurden ebenfalls einen Fuß lang gemacht, und nahe bey den Enden mit Löchern versehen, mit welchen sie in die erwähnten Stifte eingelegt werden konnten. Wurde eine solche Stange länger als ein Fuß, so veränderte sich auch die Stellung des Zeigers. Nun betrug die Entfernung des Stiftes am Zeiger vom Ruhepunkte 4 Linien, und die Länge desselben = 1 Fuß = 144 Linien, also wurde die Verlängerung der Metallstange an dem Gradbogen 36mal merklicher. Noch ein anderes Instrument mit krumm gebogenen Stangen zur Erhitzung mit Lampen gab Bouguer nach einer von ihm erdachten Theorie an, welches aber seiner Erwartung nicht entsprach.

Genauere Versuche dieser Art hat Smeaton o) angestellt, wozu er ein Pyrometer gebrauchte, das, wie das Musschenbroek'sche, ein blechernes Gefäß besitzt, in welchem das Wasser durch untergesetzte Lampen erhitzt wird. Ein Thermometer zeigt den Grad der Hitze an. Die Verlängerung der ins Wasser gebrachten Stange treibt die Mitte eines einarmigen Hebels fort, welcher sich um eine am untern Theil befindliche Axe dreht, und durch eine Feder gegen die Axe gedruckt wird. Am obern Ende dieses Hebels ist ein Schenkel, welcher sich in einem Gewinde auf- und abwärts bewegen läßt. Das Fortrucken des Hebels wird vermittelst einer Mikrometerschraube auf diese Art gemessen: den beweglichen Schenkel nimmt man ganz locker an seinem Griff, und läßt ihn durch sein eigenes Gewicht herabsinken, bis er fast wagrecht steht, hält ihn

o) Description of a new pyrometer in Philos. Transl. Vol. XLVIII. 1754. n. 79.

ihn ſo ſchwebend, und ſchraubt dann die Mikromet ſchraube ſo weit ihm entgegen, bis ihr Ende das C de des Schenkels berührt, welches man leicht durc Anſtoßen, durchs Gefühl und Geſicht wahrnehm kann. Die Stellung der Schraube zeigt alsdenn d Größe der Verlängerung, wenn nämlich vorher d Werth der Schraubengänge iſt beſtimmt worde wozu hier kein anderes Mittel als die Erfahrung i Smeaton fand an ſeinem Pyrometer den Wer von einem Hundertttheile der Umdrehung = $\frac{1}{5}\frac{0}{7}\frac{0}{8}\frac{0}{?}$ Zoll, und weil die Genauigkeit der Berührung b auf $\frac{1}{4}$ eines ſolchen Theils fühlbar war, ſo glaub er, daß ſeine Abmeſſungen bis auf $\frac{1}{2345}$ Zoll ſich wären. Zuletzt führt er an, daß ſchon Graha Mikrometerſchrauben zu ähnlichen Abſichten gebrauch und die Genauigkeit ſehr weit gebracht habe; ſein Methode ſey aber ganz neu, und zuverläſſiger, al irgend eine ihm bekannte, beſonders, wenn man da Anſtoßen der Schraube an den Schenkel durchs G hör bemerke, und zur Beſtimmung annehme.

Noch ein anderes Pyrometer wird von No let [p]) beſchrieben, bey welchem die Metallſtange durc unmittelbar darunter geſtellte Lampen erhitzt wird und mittelſt einer in einem Glasgehäuſe eingeſchloſſene Verbindung von Hebeln einen bezahnten Sektor b wegt, welcher in ein Getriebe eingreift, an deſſen Ax ein Zeiger befindlich iſt.

Neuere Verſuche hat der P. von Herbert [q] mit einem Muſſchenbrök'ſchen Pyrometer angeſtellt.

Die Reſultate der verſchiedenen Verſuche gieb folgende Tafel an. Die Länge der Stangen iſt beym Eis

p) Leçons de phyſique experim. T. IV. p. 353.
q) Diſſ. de igne. Vien. 1773. 8.

Eispunkte = 100000 gesetzt. Die Zahlen geben an, um wie viele Hunderttausendtheile dieser Länge sie sich ausdehnen, wenn sie bis zum Siedpunkte des Wassers erhitzt sind.

	Musschenbroek	Ellicott	Bouguer	Dom Juan	Condamine	Smeaton	Herbert
Glas	—	—	78	60	—	83	86
Gold	—	73	94	—	—	—	—
Bley	142	155	109	—	—	286	262
Zinn	141	—	—	—	—	248	212
Silber	—	103	73	—	—	—	189
Messing	101	95	—	204	—	193	171
Kupfer	80	89	—	167	174	170	156
Stahl	77	56	—	127	—	122	—
Eisen	73	60	55	92	106	125	107

Diese Tabelle zeigt, wie wenig die Resultate der Versuche mit einander übereinstimmen. Die absoluten Größen der Ausdehnungen sind von Dom Juan, Condamine, Smeaton und Herbert weit größer und beynahe doppelt so groß angegeben, als von Musschenbroek, Ellicott und Bouguer. Lowitz in Nürnberg legte im Jahr 1753 eine 20 Fuß lange eiserne Stange nebst einem Thermometer an die Sonne, und fand sie um $\frac{1}{2300}$ verlängert, indem das Thermometer von 11 bis 114 Grad nach Fahrenh. gestiegen war. Aus dieser Beobachtung zeigt Lambert durch Berechnung, daß sich diese Stange vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte höchstens um $\frac{1}{1250}$, oder um 0,00080 würde ausgedehnt haben, welches der Musschenbroek'schen Bestimmung am nächsten kommt.

Obgleich die bisher angeführten Pyrometer auch als Metallthermometer gebraucht werden können, so sind doch von einigen wirkliche Metallthermometer erfun-

funden worden, welche ganz eigentlich zu Angebung von Graden der Hitze beſtimmt worden ſind.

Cromwell Mortimer r) gab 1746 und 1747 ein ſolches Metallthermometer an, wo ein run der eiſerner Stab (fig. 4.) a b von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmeſſer und 3 Fuß 1 Zoll Höhe bey b in einem unbeweglichen Geſtell befeſtigt iſt und durch ſeine Verlängerung den kürzern Arm des um g beweglichen Hebels e g f er hebt. Am Ende des längern Arms bey f iſt ein Faden über die Rolle h geführt, welcher durch das Gewich i geſpannt wird, ſo daß beym Herabſinken des Arme g f die Rolle h ſich drehen, und den Zeiger h n um wenden muß, der auf der unbeweglichen Scheibe m n die verlangten Grade anzeigt. Wenn der Stab a ſich wieder verkürzt, ſo zieht das Gegengewicht l de Hebel bey e wieder herab, erhebt das Ende f, un läßt dem Gewichte i Freyheit, die Rolle h zurück z drehen und den Zeiger in die vorige Lage zu bringe Weil hiebey a g ſehr kurz gegen g f, und die Rol ſehr klein gegen den Zeiger, gemacht werden kann, laſſen ſich auch geringe Veränderungen der Länge d Stabes merklich machen. Mortimer bezifferte d Scheibe nach den Graden der Fahrenheitſchen Ska ſo, daß der Zeiger in der horizontalen Lage auf 21 wies. Eine Erhebung von etwa 75° bezeichnete d Siedhitze des Queckſilbers, und eine Umdrehung dur 180° die Hitze des ſchmelzenden Goldes.

Eine andere Einrichtung, welche ein Künſtl John Ingram zu Spalding in Lincolnſhire, au gefüh

r) A diſcourſe concerning the uſefulneſs of thermomet in chemical experiments &c. with the deſcription a uſes of a metalline thermometer newly invented in P loſ. Tranſ. Vol. XLIV. n. 484. append. p. 672.

geführt hat s), besitzt ebenfalls einen aufrecht stehenden eisernen Stab, der durch seine Verlängerung einen Hebel der zweyten Art nahe bey dessen Ruhepunkt erhebt. Das Ende dieses Hebels hebt auf eine ähnliche Art einen zweyten Hebel, und erst dieser dreht durch einen an sein Ende befestigten Faden die Rolle mit dem Zeiger um. Verkürzt sich die Stange wieder, so sinken beyde Hebel durch ihr Gewicht zurück, und bringen den Zeiger in die vorige Lage. Das Instrument ward im Museum der Gentlemen's society zu Spalding aufbewahrt, und soll mit Beobachtungen mit andern Werkzeugen gut übereingestimmt haben. Der eigentliche Erfinder war ein gewisser Frothesringham in Holbeach.

Um die Veränderungen merklicher zu machen, haben andere statt der Hebel Räderwerk gebraucht. Dahin gehören die Metallthermometer von Fitzgerald t), vom Erbmarschall der Churſachsen Grafen von Löser u), und von Zeiher x).

Das gräflich Löserische hat folgende Einrichtung: an dem obern Theile des eisernen Cylinders (fig. 5.) ab befinden sich die Hebel ad und ac. An diesen ist das bleyerne Prisma de befestigt, welches bey e mit dem Arme des oben bezahnten Sektors fpg verbunden ist. Dieser Sektor ist bey g um eine Axe beweglich, und greift mit seinen Zähnen in das Getriebe l, an dem das Stirnrad k befestigt ist, welches oberwärts in das Getriebe m eingreift, woran der Zeiger

s) Philos. Transact. Vol. XLV. n. 485. p. 128.

t) Ibid. Vol. LI. P. II. p. 823.

u) Thermometri metallici ab inventione Comitis *Loeseri* descriptio, auct. *Jo. Dan. Titio.* Lipſ. 1765. 4.

x) Nov. commentar. Petrop. T. IX. p. 305.

ger mn steckt, unten aber greift es in ein Stirnrad h, an dessen Welle i sich der Zeiger io befindet. Dieses ganze Räderwerk ist von aussen durch eine größere Scheibe α (fig. 6.), und eine kleinere β verkleidet, an welchen sich die Zeiger mn und io herumdrehen. Die kleine Scheibe ist in Grade getheilt, welche die Größe der Ausdehnung in Graden der de l'Islischen Skale bemerken. Die größere Scheibe ist in zehn Theile getheilt, und bemerkt Decimaltheile der Grade auf der kleinern Scheibe. Die 6te Figur zeigt das Instrument so, wie es sich mit allen seinen Bedeckungen von aussen darstellt.

Was die Lehre von der freyen oder fühlbaren Wärmematerie betrifft, so hat sich vorzüglich Boerhaave y) Mühe gegeben, ihre Gesetze näher zu entwickeln. Er nimmt hiebey, wie schon bemerkt worden, an, daß die Wärmematerie bloß mechanisch, nicht chemisch wirke. Es war ihm aus Erfahrungen hinreichend bekannt, daß alle Körper eines Systems mit der Zeit zu gleicher Temperatur kommen, bey welcher sie alle das Thermometer auf einerley Grad bringen. Er schließt hieraus, jeder Körper erhalte in gleichem Volumen oder bey gleicher Masse gleich viel absolute Menge freyer Wärme, oder die absoluten Mengen des freyen Wärmestoffs verhalten sich bey gleicher Temperatur wie die Volumina der Körper. Nach ihm dringt die Wärmematerie in die Poren der Körper ein und greift die Masse nicht an. Und da die Erwärmung oder Erkältung durch berührende Körper nicht plötzlich, sondern durch allmählichen Uebergang erfolgt, so glaubte er, daß die Erkältung durch verschiedene Körper sich, wie die Dichtigkeit, verhalte.

Ueber-

y) Elementa chemiae, cap. de igne.

Ueberdem stellte auch Boerhaave eine Menge Versuche über die Temperatur der Mischung verschiedener Körper von ungleichen Temperaturen an. Er glaubte daher zu finden, die Wärme der Mischung sey die halbe Differenz der beyden Temperaturen der vermischten Massen, wenn sie gleich sind. Unter andern ließ er auch Queckſilber und Wasser unter gleichem Volumen vermischen, um die Vertheilung der Wärme unter beyden zu erfahren. Daraus ergab sich, daß 3 Maas Queckſilber und 2 Maas Wasser zusammengegossen eben die Wärme geben, die gleiche Theile Wasser zusammengegossen geben, es mag das Queckſilber oder das Wasser wärmer seyn. Aus diesem Versuche begnügte sich Boerhaave zu folgern, daß sich die Wärme nicht nach der Dichtigkeit der Körper vertheile, und fand am Ende in selbigem sogar eine Bestätigung seines Satzes, daß die Vertheilung nach den Räumen geschehe.

Noch genauer als Boerhaave hat Richmann einige Gesetze der freyen Wärme aus einer Reihe sinnreicher Versuche zu entwickeln gesucht. Er fand nämlich z)

1. daß die Erhitzung oder Erkältung eines der Luft ausgesetzten Körpers, wenn die Temperatur der Luft gleich bleibt, in gleichen Zeittheilchen der Differenz der anfänglichen Temperaturen gleich ist.

2. Daß, wie schon Newton gefunden hatte, ein Theil der Wärme eines erhitzten Körpers in einem kal-

z) Inquisitio in legem, secundum quam calor fluidi in vase contenti certo temporis intervallo in temperie aëris constanter eadem decrescit, vel crescit, et detectio ejus; in Nov. comment. Petrop. T. I. p. 191. sqq.

kalten Mittel, deſſen Temperatur ſich gleich bleibt weggeführt wird, welcher der in ihm zurückbleibenden Wärmemenge proportional iſt.

3. Daß die Erkältungen erhitzter Körper in einem Mittel, deſſen Temperatur ſich gleich bleibt, im geraden Verhältniſſe ihrer Oberflächen und im umgekehrten ihrer Maſſen ſind.

Ferner ſtellte auch Richmann a) Unterſuchungen über die Temperatur der Miſchungen gleichartiger Maſſen an, und fand, daß ſich in zwey gleichartigen Körpern von gleichen Temperaturen die abſoluten Mengen des freyen Wärmeſtoffs wie die Maſſen oder Volumina verhalten. Zugleich widerlegte er Boerhaave's Behauptung, daß die Wärme der Miſchung die halbe Differenz der beyden Temperaturen der vermiſchten gleichen Maſſen ſey; dagegen fand er folgende wahre Regel: wenn zwey gleichartige Körper von ungleichen Temperaturen mit einander gleichförmig vermengt werden, ſo breitet ſich die Wärmemenge beyder zuſammen gleichförmig durch das ganze Gemenge aus, und es muß die Vertheilung des Ueberſchuſſes des freyen Wärmeſtoffes den Voluminibus oder Maſſen derſelben proportional ſeyn. Wenn daher T, t die verſchiedenen Grade der Temperatur der zu vermengenden gleichartigen Körper, M, m ihre Maſſen oder Volumina anzeigen, ſo iſt die Temperatur nach der Vermengung

oder $x = \frac{T.M + t.m}{M+m}$. Wenn $M = m$ iſt, ſo iſt

$x = \frac{T+t}{2}$. Geſetzt, es werde 1 Pf. heißer Sat

vo

a) De quantitate caloris, quae poſt miſcelam fluidorum certo gradu calidorum oriri debet, cogitationes, Nov. comment. Petrop. T. I. p. 152. ſqq.

von 180 Gr. Fahrenh. mit 1 Pf. Sand von 40 Gr. vermengt, ſo wird die Temperatur nach der Vermengung $\frac{180 + 40}{2} = 110$ Gr. werden, oder der Ueberſchuß, 140 Grad in dem einen Pfunde, wird ſich unter beyde Pfunde gleichförmig vertheilen, ſo daß das wärmere Pfund $\frac{140}{2}$ oder 70 Gr. verliert, und das kältere dagegen $\frac{140}{2}$ oder 70 Gr. erlangt. Oder, wenn 10 Pfund Waſſer von 180 Gr. mit 6 Pf. Waſſer von 40 Gr. vermiſcht werden, ſo wird die Temperatur nach der Vermiſchung $\frac{180 . 10 + 40 . 6}{10 + 6} =$ 127½ Gr. werden.

Aus der Formel $x = \frac{MT + mt}{M + m}$ folgt, daß $M : m = x - t : T - x$; und es läßt ſich daraus finden, wie groß die Maſſen oder die Gewichte zweyer gleichartiger Körper, deren verſchiedene Temperaturen gegeben ſind, ſeyn müſſen, um aus ihrer Vermengung die verlangte Temperatur herauszubringen. Hat man z. B. Waſſer von 60 Gr. und von 180 Grad, ſo hat man das Verhältniß $96 - 60 : 180 - 96 = 36 : 84 = 3 : 7$ d. h. man wird von dem Waſſer von 180 Gr. 3 Theile, und von dem von 60 Gr. 7 Theile mit einander vermiſchen müſſen, um 96 Gr. warmes Waſſer zu erhalten.

Wolf hatte ſchon bemerkt, daß dichtere Körper weit eher erwärmen und erkalten können, als lockere (Th. III. S. 233.). Dieſe Bemerkung hat Richmann

mann [b]) durch ſeine Erfahrungen beſtätigt; er fand, daß das Queckſilber, einer der dichteſten Körper, die Wärme weit ſchneller annehme und verliere, als das Waſſer und viele andere Materien von weit geringerer Dichtigkeit.

Ueberhaupt haben Martine und von Buffon gezeigt, daß Boerhaave's Satz, die Erkältung durch verſchiedene Körper verhalte ſich wie ihre Dichtigkeit, falſch ſey.

Hamberger [c]) glaubte gefunden zu haben, daß glühendes Eiſen in freyer Luft ſchneller erkalte, als im luftleeren Raume. Er hieng nämlich zwey glühend gemachte ſtählerne gleich große Kegel an eiſerne Dräthe im luftleeren und im luftvollen Raume auf. Nach einer halben Stunde war letzterer kalt geworden, erſterer aber war noch ſo heiß, daß man ihn nicht ohne Beſchädigung anfühlen konnte.

Daß ſich die freye Wärme durch Spiegel auffangen, und in einen Brennraum ſammeln laſſe, was ſchon nach Zahns Erzählung in Wien verſucht worden. Nach der Zeit haben Mehrere Verſuche dieſer Art angeſtellt. Du Fay [d]) nahm zwey Hohlſpiegel, den einen von zwanzig, und den andern von 17 Zoll im Durchmeſſer; in den Brennpunkt des einen Spiegels brachte er glühende Kohlen, und in der Brennpunkt des andern 50 Fuß davon entfernten konnte er brennbare Materien entzünden. Caſſini [e]) ſchlug vor, dem Brennſpiegel einen ebenen oder kle-

ne

b) Nov. commentar. Petropol. T. III. p. 309.

c) Element. phyſic. §. 310.

d) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1727

e) Ibid. an. 1747.

nen Hohlspiegel gegenüber zu stellen, um in dem nunmehrigen Brennraume Metalle im Schmelztiegel fliessend zu erhalten.

Manche Naturforscher haben noch in diesem Zeitraume eine kaltmachende Materie angenommen, um die Entstehung der Kälte zu erklären, welche bey Auflösung der Salze und sauren Geister entsteht. Geoffroy [f]) und Musschenbroek [g]) haben durch viele Versuche gezeigt, daß zwar die Oele das Eis schmelzen; allein da sie sich nicht mit dem daraus entstehenden Wasser vermischen, so erzeugen sie auch dabey keine Kälte.

Boerhaave [h]) fand zuerst, daß gestoßener Salmiak im Wasser aufgelößt endlich eine solche kalte Mischung giebt, daß man in selbiger Wasser zu Eis bringen kann. Der Herr von Mairan [i]) schließt aus seinen Versuchen, daß das Kochsalz unter allen Salzen das Eis am geschwindesten schmelze, nachher der Salmiak, und endlich der Salpeter. Nach Reaumur's [k]) Erfahrungen sind die Unterschiede zwischen den Erkaltungen, welche aus der Vermengung Eines Theils dieser Salze und zweyer Theile Eis entstehen, nach der Ordnung in den Verhältnissen,

f) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1727. 1728.

g) Experimenta varia circa mixturas cum aqua, spiritu vini, aqua forti &c. instituta in den Tentam. Acad. del Cimento. Lugd. Batav. 4.

h) Element. chemiae. cap. de igne. experim. IV. coroll. 4.

i) Diss. sur la glace. sect. IV. chap. 5.

k) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1734.

ſen, wie die Zahlen 15, 12⅔, 3½; d. h. der Weingei
des Thermometers iſt in dem Gemenge von Eis un
Kochſalz 15 Grad tiefer gefallen, als in dem reine
Eiſe, in dem Gemenge von Eis und Salmiak 12
Grad und in dem von Eis und Salpeter 3½. Der He
von Mairan ſchließt hieraus, daß das Verhältni
der Kräfte des Kochſalzes und des Salmiaks auf da
Schmelzen des Eiſes das umgekehrte der Zeiten ſe
Uebrigens ſchien ihm aber der Salmiak allemal da
künſtliche Gefrieren am geſchwindeſten zuwege zu bri
gen, nach ihm der Salpeter, und das Kochſalz, d
es gleich das Eis am ſchnellſten ſchmilzt, am lan
ſamſten.

Der ordentliche Zucker brachte nach Mairan
Wahrnehmung das Thermometer auf 4 Grad uni
dem Gefrierpunkte; die Aſche von grünem Holze a
3 Grad, der Alaun auf 1¼ Grad. Nach Reaumi
wurde das Thermometer durch geläutertes Steinſ
auf 17 Grad heruntergebracht.

Uebrigens bemerkt der Herr von Mairan, d
insgemein die ſauren Geiſter noch mehr thun, als
Salze ſelbſt, daraus ſie gezogen ſind. So trieb ſch
Fahrenheit durch Salpetergeiſt und Schnee o
Eis die künſtliche Kälte bis zu — 40 Grade ſein
Thermometers.

Bisher hatte man geglaubt, daß das Queckſil
bey den größten Graden der Kälte noch flüſſig blei
oder es ſey weſentlich flüſſig. Gmelin ſah es
Jenisseisk in Sibirien im Jahr 1734 bis auf — 1
Grad der Fahrenheitſchen Skale herabfallen, o
daß es ſeine Flüſſigkeit zu verlieren ſchien; in and
Fällen, die er auf ſeiner damaligen Reiſe beobachte
zeigten ſich im Thermometer Erſcheinungen, die d
Gefr

Gefrieren ähnlich waren, welche er aber gar nicht dafür ansahe, sondern von dem Essig herleitete, mit dem man das Queckſilber gereinigt hatte. Am 14. Dec. 1759 aber sank dem Prof. Braun [l]) zu Petersburg bey einer Temperatur der äußern Luft von — 34 Grad nach Fahrenheit in einer Mischung von Schnee und rauchendem Salpetergeist das Queckſilber des Thermometers bis — 352 Grad herab, und er fand dasselbe, als er die Kugel aus der Mischung nahm, wider alle Erwartung fest und gefroren. Am 25. Dec. darauf ward der Versuch wiederholt, und die Kugel des Thermometers zerbrochen, wobey sich das Queckſilber als eine feste, glänzende, metallische Masse zeigte, die noch weicher als Bley war, und einen dumpfen Schall gab.

Auch wurde in diesem Zeitraume entdeckt, daß die Ausdünstung Kälte erzeugt. Der Herr von Mairan [m]) hat die Kugel eines Thermometers fast niemals in eine flüssige Materie, z. B. Wasser, getaucht, daß er nicht, indem er sie wieder herausgezogen, den Weingeist oder das Queckſilber in der Röhre merklich hätte fallen gesehen, wenn auch die umgebende Luft etwas weniger Kälte gehabt hatte, als das Wasser, daraus die Kugel war gezogen worden.

Unter andern nahm der Herrn von Mairan zwey Queckſilberthermometer, die er sieben bis acht Zoll weit von einander gestellt hatte. Die Kugel des einen

l) De admirando frigore artificiali, quo mercurius ſ. hydrargyrus eſt congelatus. Petrop. 1760. 4. und in Nov. comment. Petrop. T. XI. p. 268. Additamenta et ſupplem. ibid. p. 302.

m) Diſſ. ſur la glace. P. II. ſect. II. cap. 8. 9.

einen Thermometers wickelte er in einen leinenen Lappen, welcher über ihr mit einem Faden zugebunden war; er tauchte ſie ins Waſſer, womit er ein Gefäß von feinem Thon, 3 Zoll im Durchmeſſer, angefüllt hatte, und ließ alles in dieſem Zuſtande, bis das Queckſilber dieſes Thermometers den Wärmegrad des Waſſers angenommen hatte. Dieſer Grad wurde einerley mit demjenigen befunden, welchen das daneben ſtehende Thermometer in der Luft anzeigte, und welchen beyde Thermometer den folgenden Tag noch zeigten, nämlich den 8ten Grad über dem Froſtpunkte. Nachdem er nun das Gefäß, in welchem das eine Thermometer eingetaucht war, hinweggezogen, ſo blies er mit einem großen Blaſebalge, welcher eine ziemlich gleiche Wärme mit der Luft des Zimmers hatte, in einer Weite von 4 bis 5 Zollen auf die naſſe Leinwand, in welche die Kugel gewickelt war. Alsdenn ſahe er ſogleich das Queckſilber in der Röhre fallen, und in weniger als zwey Minuten ſtand es $2\frac{1}{4}$ Grad niedriger als zuvor, d. i. $5\frac{1}{2}$ Grad unter dem Gefrierpunkte, wo es auch ſtehen blieb. Gleich darauf blies er auch auf die ganz bloße Kugel des andern Thermometers, und da ſtieg das Queckſilber ohngefähr einen halben Grad

Der Herr von Mairan leitet dieſe Erſcheinung von der Bewegung des an die Kugel des Thermometers gelegten Waſſerhäutchens in der Luft ab; vermuthlich, ſagt er, bewege ſich die feine Materie in der Luft anders, als im Waſſer. Zwar ſey die Luft an einem ſolchen Orte, z. B. in einem Zimmer, nicht ſtark bewegt, jedoch ſeyen ihre Theile niemals ohne einige Bewegung. Daher falle das Thermometer in einem ſolchen Zimmer nur um ein weniges, höchſtens einen halben Grad, herab; wenn aber gegen die naſ

nasse Kugel in einer Weite von 10 bis 12 Zoll geblasen werde, so sey das Fallen um ein merkliches größer. Die nasse Leinwand um die Kugel des Thermometers herum erhalte ein Wasserhäutchen, welches sonst, wenn die Kugel bloß ins Wasser wäre getaucht worden, gar bald verdunsten, oder durch das Blasen zerstreut werden würde. Auch werde durch dieses Mittel dasselbe Häutchen in unendlich viele kleine Stückchen zwischen den Fäden zertheilt, deren Zwischenräume mit Wasser erfüllt sind. Denn es sey sehr wahrscheinlich, daß die Wirkung dieses Anstoßens oder dieser Berührung der Luft desto mehr und desto eher zu merken ist, je kleiner die Masse Wasser ist, an welche sie anschlage.

Richmann n) schrieb diese Erscheinung den in der Luft schwebenden kaltmachenden Theilen zu, welche von dem an der Kugel des Thermometers hangenden Wasserhäutchen angezogen würden. Cullen o) hingegen war der erste, der sie aus der Verdunstung der Wassertheilchen herleitete, wobey Wärme verbraucht werde.

Baumé p) hat über diesen Gegenstand mehrere Versuche angestellt. Er fand, daß das Eintauchen der

n) Tentamen explicandi phaenomenon paradoxum, scilicet thermometro mercuriali ex aqua extracto mercurium in aëre aqua calidiori descendere et ostendere temperiem minus calidam, ac aëris ambientis est, in Nov. comment. Petrop. T. I. p. 290.

o) Von der Kälte, die durchs Ausdünsten flüssiger Sachen verursacht worden, in den neuen Edinburg. Vers. Th. II. 1755.

p) Sur le refroidissement que les liqueurs produisent en s'evaporant in Mémoir. presentés. T. V. p. 405 et 425.

der Kugel des Thermometers in Vitriolæther die ſchnellſte und ſtärkſte Wirkung thue.

Nach Braun [9]) iſt die Erkältung des Thermometers deſto größer, je geſchwinder die Verdunſtung iſt. In Oele und ſaure Geiſter getaucht zeigte das Thermometer gar keine Erkältung, und in die letztern, wenn ſie ſtark waren, vorzüglich in Vitriolöl, getaucht, fieng es in der Luft ſogar zu ſteigen an, weil dieſe Geiſter die Feuchtigkeit aus der Luft an ſich zogen, und ſich damit erhitzten.

Wirkung der Wärme.

Ueber die erſte Wirkung der Wärme, welche nämlich in einer größern Ausdehnung des Raumes beſteht, ſind in dieſem Zeitraume verſchiedene Verſuche angeſtellt worden, theils um die ältern Beobachtungen näher zu beſtimmen, theils aber auch, um herrſchende Vorurtheile auf die Seite zu ſchaffen. So hatten die franzöſiſchen Gelehrten geglaubt, daß die Verkürzung der Sekundenpendellängen in den heißen Erdſtrichen keine geringere Schwere unter dem Aequator anzeige, als gegen die Pole hin, ſondern ſie leiteten vielmehr dieſe Beobachtung aus der Ausdehnung der Pendelſtangen durch die Wärme her. Um nun dieſen wichtigen Gegenſtand einer nähern Prüfung zu unterwerfen wurden die ſogenannten Pyrometer erfunden. Die franzöſiſchen Akademiſten ſelbſt richteten nunmehr größere Aufmerkſamkeit darauf, und unterſuchten ihn bey der Gradmeſſung in Peru mit vorzüglichem Fleiße. Grahams Erfindung, die Pendelſtangen aus verſchiedenen Metallen zuſammenzuſetzen, und den Einflu

q) Nov. comment. Petrop. T. X. überſ. im neuen Hamburg. Magazin B. IV. S. 369. f.

fluß der Wärme durch Compensation aufzuheben, machte die Sache noch wichtiger. Durch alle diese Bemühungen wurde man endlich überzeugt, daß der Einfluß der Wärme viel zu gering sey, um die gemachten Beobachtungen an den Pendellängen in dem heißen Erdstriche der Erde zu erklären.

Was die Ausdehnung des Queckſilbers durch die Wärme betrifft, so beobachtete Wolfg. Kraft das Gewicht einer goldenen Kugel in warmem und kaltem Queckſilber, und fand, daß ſich das Queckſilber bey der Wärme des ſiedenden Waſſers zu 0,01535 des Raums ausbreitete, den es im gefriereuden Waſſer einnimmt. Auch de l'Isle ſtellte deßwegen Verſuche an, und fand, daß ſich der Raum des Queckſilbers beym Grade des gefrierenden Waſſers zu ſeinem Raume beym Grade des ſiedenden Waſſers wie 10000: 10150 verhält, welches mit Kraft's Beſtimmung ziemlich übereinkommt. Dagegen bemerkt aber Martin Strömer r), daß dieſe Verſuche nicht zuverläſſig genug ſind. Denn Kraft habe ein Gefäß mit Queckſilber in ein Gefäß mit Waſſer geſetzt, und die Schwere der goldenen Kugel beobachtet, gleich da ſich das Waſſer mit einer Eisſchale überzogen habe; dieß ſey aber ziemlich unſicher, weil der untere Theil des Waſſers den Grad des Gefrierens nicht ſo bald erreiche, als der obere, und das Queckſilber dieſen Grad der Kälte aus dem Waſſer noch ſpäter bekomme, und beſonders, wenn es in einiger Menge vorhanden ſey, anſehnliche Zeit dazu nöthig habe, nachdem der obere Theil des Waſſers ſchon mit der Eisſchale überzogen ſey.

r) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſchaft. Th. VII. der Ueberſ. S. 166.

ſen. Um nun dieſe Sache genauer zu unterſuchen füllte Strömer ein Thermometerglas mit einer engen Röhre, 1½ Zoll lang, das er zuvor aufs genauſte gewogen hatte, ganz voll Queckſilber in einem kalten Zimmer, wobey er vorzüglich darauf Rückſicht nahm, daß keine Luft zurückblieb. Hierauf ſetzte er das Glas in zuſammen gedruckten Schnee, welches nach ihm das ſicherſte Mittel iſt, den Grad des Gefrierens zu beſtimmen, ließ alsdann ſo viel Queckſilber auslaufen als konnte, und ſtrich es glatt ab, daß es gleich eben gefüllt war. Darnach wog er das Glas zugleich mit dem darin gebliebenen Queckſilber in einem noch kältern Orte, als wo ſich der Schnee befunden hatte, damit nicht etwas von Queckſilber beym Abwägen herauslaufen möchte. Alsdenn ſetzte er das Glas in ſtark ſiedendes Waſſer, und ließ auf eben die vorerwähnte Art ſo viel Queckſilber, als konnte, herauslaufen, worauf er das Glas nebſt dem zurückgebliebenen Queckſilber von neuem wieder wog.

Er fand, daß die Queckſilbermaſſe nebſt dem Glaſe im zuſammengedruckten Schnee $229\frac{2}{3}\frac{1}{2}$ Aß wog. Nachdem ein Theil von dieſer Maſſe durch das kochende Waſſer war ausgetrieben worden, wog das übrige $226\frac{1}{3}\frac{3}{2}$ Aß. Das leere Glas wog $32\frac{7}{3}\frac{}{2}$ Aß, und die Barometerhöhe war 25,535 zehntheilige Zolle. Hieraus folgt, daß beym Grade des ſiedenden Waſſers $194\frac{3}{176}$ Aß Queckſilber eben ſo viel Raum einnehmen, als $197\frac{9}{176}$ Aß im gefrierenden Waſſer, und daß der Raum des Queckſilbers beym gefrierenden Waſſer zu deſſen Raume beym kochenden Waſſer ſich wie $194\frac{9}{176}$ zu $197\frac{3}{176}$ oder wie 10000 : 10174 verhält. Da dieſes mehr beträgt, als Kraft und de l'Isle gefunden haben, ſo vermuthet Strömer, daß der

merk

merkliche Unterschied von der verschiedenen Art, den Grad des Gefrierens zu bestimmen, herrühren werde, welcher im Wasser, dessen oberste Schale nur Eis ist, nicht so tief seyn könne, als im Schnee, welcher wirklich Eis sey.

Kraft und andere Physiker hatten gegen die gemeine Meynung, daß die Wärme alle Körper ausdehne, verschiedene Beyspiele, als Hölzer, Wurzeln, Leder, Knochen u. s. w. angeführt, welche durch Einwirkung der Wärme vielmehr in einen engern Raum gebracht würden, und dadurch zu beweisen geglaubt, daß die Wärme nicht alle Körper ausdehne. Allein man hat dagegen bald angemerkt, daß die Wärme hiebey nicht allein unmittelbar, sondern auch noch mittelbar durch die in ihnen enthaltene Feuchtigkeit wirkt. Diese verdunstet nämlich in der Wärme, daher gehen die Körper in der Hitze ein, und schwellen in der Kälte auf.

Der Herr von Reaumur s) fand, daß Eisen, Wismuth, Spiesglanz und Schwefel im Flusse einen größern Raum einnehmen, als im Zustande der Flüssigkeit.

Der erste, welcher Versuche über die Ausdehnung der hölzernen Stangen in der Kälte anstellte, war Andreas Celsius t) zu Upsal. Die Veranlassung hiezu gab ihm eine Abmessung, die er zu Ober-Torneo mit 15 Ellen langen Stangen von Fichtenholz vorhatte. Denn da diese Stangen in einer warmen Stube zubereitet wurden, so wollte er wissen, ob sie eine

s) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1726.
t) Abhandl. der schwed. Akad. der Wiss. Bd. I. der d. Uebers. S. 41. f.

eine gleiche Länge behalten würden, wenn die Abme
ſung derſelben in einer ſtrengen Kälte geſchähe. Um
nun dieſen Gegenſtand gehörig ins Licht zu ſetzen, lie
er ſich aus einer eiſernen Stange ein drey Ellen lange
Maas verfertigen, das an beyden Enden mit zwe
Haken von 2 Zoll in einem rechten Winkel verſehe
war; an dem einen Haken war eine geſchliffene ſtäl
lerne Platte, und an dem entgegenſtehenden ein Mi
krometer eingeſetzt, welches jeden Schraubengang i
hundert Theile abtheilte, davon ein jeder Theil ſic
wie $\frac{47}{1000}$ oder größtentheils $\frac{1}{100}$ Theil eines Punkte
verhält. Dieſer eiſerne Maasſtab blieb in einer Kam
mer ſtehen, wo das Reaumuriſche Thermometer ein
Wärme von 14 Grad über dem Gefrierpunkte zeigt
Nachdem er nun auf ſelbigem drey Ellen lange Stan
gen, die an beyden Enden mit Eiſen verſehen waren
gehörig abgemeſſen hatte, ſo ſetzte er ſie 4 Tage lan
in die Kälte, während welcher Zeit Reaumuriſch
Thermometer den 14ten Grad unter dem Froſtpunk
zeigten. Hierauf wurden die Stangen in derſelbe
Kammer wieder gemeſſen, und die Theile des Mikr
meters aufgezeichnet, wie aus folgender Tabelle zu e
ſehen iſt.

	In der Kälte		in der Wärme		Unterſch	
trocken Tannenholz	1594	Theile	1564	Thle	30	Th
friſch Fichtenholz	1755	-	1736	-	19	·
trocken Fichtenholz	1490	-	1467	-	23	·
trocken Ellernholz	1959	-	1938	-	21	·
trocken Birkenholz	1818	-	1797	-	21	·
trocken Espenholz	1952	-	1929	-	23	·
friſch Eſchenholz	1870	-	1837	-	33	·
friſch Ahornholz	1787	-	1762	-	25	·
friſch Kirſchbaumholz	1650	-	1621	-	29	·
friſch Apfelbaumholz	1684	-	1657	-	27	

Wenn man aus allen diesen Unterschieden ein Mittel nimmt, so wird dieß 25 solcher Theile des Mikrometers betragen, welche sich wie $\frac{12}{1000}$ Theil einer geometrischen Linie verhalten; als so viel eine dreyellige Stange in der Kälte verlängert worden. Wenn man aber nur von Fichtenstangen ein Mittel nimmt, welche beym Messen am gebräuchlichsten sind, so macht solches 21 Theile an dem Mikrometer oder $\frac{1}{16}$ Theil einer Linie aus, mithin hat die Kälte eine jede Stange um $\frac{1}{8000}$ Theil länger ausgedehnt, als sie in der Wärme gewesen.

Wenn man nun, sagt Celsius, die Wirkung, welche diese Probe bey der Messung in Ober-Torneo verursacht, sehen und zugleich festsetzen wollte, daß dieser französische eiserne Maasstab, wornach die Stangen justirt worden, genau Eine Toise bey der Wärme von 14 Graden gewesen, so muß die Länge des Mittagskreises bis auf $\frac{1}{8000}$ Theil oder eine Toise und $\frac{204}{1000}$ Theil vermehrt, mithin muß zu Folge dessen zu einem ganzen Grade von $57437\frac{9}{16}$ Toisen, noch $9\frac{573}{1000}$ Toisen zugesetzt werden, da denn der abgemessene Grad nach dem Polarkreis auf $57447\frac{473}{1000}$ Toisen hinausläuft, welches die Erde, nach Newton's Meynung, bey den Polen annoch flacher macht.

Was die andere Wirkung der Wärme, nämlich die Verdunstung betrifft, so hat man in diesem Zeitraume mancherley Hypothesen darüber aufgestellt. Musschenbroek u) meinte, die Bewegung der Theile durch den Stoß des Feuers allein reiche nicht zu, das Aufsteigen der Dünste zu erklären; denn sonst müßten sie so schnell, als der abgeschossene Schroot, in

u) Introduct. ad philosoph. natural. T. II. §. 2297.

in die Höhe ſteigen, welches man doch nie bemerke auch verlaſſe das Feuer dünne Körper bald. Vielleicht dringe das Feuer in die Theilchen ein, vergrößer ihren Durchmeſſer, und verwandle ſie in Bläschen in welchen eine dünne Waſſerhaut etwas weniges Feue umſchließe. Werde der Durchmeſſer nur 10mal vergrößert, ſo werde das Theilchen in den 1000ſachen Raum ausgedehnt, alſo 1000mal leichter. Er hält aber das Daſeyn der Bläschen nicht für ganz erwieſen, zumal, da das Eindringen der Luft ſelbſt in ſolche hohle Körperchen die ganze Wirkung wieder vereiteln würde; er nimmt daher eine ſchon von Carteſius angenommene umdrehende Bewegung der Waſſertheilchen zu Hülfe, und ſchließt endlich doch: das Feuer allein könne nicht die Urſache des Aufſteigens der Dünſte bis in die Region der Wolken ſeyn. Es komme daher die Elektricität zu Hülfe.

Auch Deſaguliers [x]) erklärt das Aufſteigen der Dünſte durch die Elektricität. Wenn kleine Körper von dieſer umgeben wären, ſo würden ſie von der ebenfalls elektriſchen Luft angezogen; ſo ſey das Feuer (ignis mas) die erſte Urſache des Herausgehens, und die Elektricität (ignis femina) die Urſache des fernern Aufſteigens der Dünſte, wozu er noch das unterirdiſche Feuer, die Gährungen im Innern der Erde, die Winde u. ſ. hinzuſetzt.

Bouillet [y]) iſt der Meynung, die Luft, welche über die Oberfläche des Waſſers hinwegrolle, nehme in ihre Zwiſchenräume Waſſertheilchen mit ſich fort wel

x) Philoſ. Tranſ. n. 407. und Courſe of exper. philoſ. T II. lect. 10.

y) Hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1742

welche ungeachtet ihres größern specifischen Gewichts nicht sogleich wieder herabfallen könnten.

Indessen hatte schon Wallerius Ericson [z]) durch verschiedene Versuche gezeigt, daß auch das Wasser im luftleeren Raume ausdunste. Er füllte ein Parallelepipedum, welches von verzinntem eisernen Bleche gemacht war, zur Hälfte mit reinem Regenwasser, das 6 Unzen und 483 Aß wog; dieses setzte er den 5ten Oct. um 5 Uhr Nachmitt. im Jahr 737 unter eine große gläserne Glocke auf einem kleinen Tisch über den Teller der Pumpe.. Hierauf pumpte er die Luft aus und fand am folgenden Morgen um 7 Uhr, daß das Wasser 11 Aß von seinem Gewichte verloren hatte. Hiernächst schloß er dieses Wasser wieder, wie zuvor, in den luftleeren Raum. Nun ließ er Feuer in den Ofen machen, neben welchem die Luftpumpe stand; dadurch wurde zuwege gebracht, daß um 9 Uhr früh sich auswendig auf dem Parallelepipedo Wassertropfen, gleich einem Schweiße, in eben solcher Höhe ansetzten, als das Wasser von innen zu hoch war. Gegen 10 Uhr ließ er Luft hinzu, und wog das Wasser nebst dem Schweiße, da sich solches 6 Aß schwerer befand, als beym Anfange des Versuchs. Als aber der Schweiß abgewischt war, fand er das Wasser im Gefäße 6 Aß leichter, als beym Anfange des Versuchs, so daß der abgetrocknete Schweiß 12 Aß gewogen. Daher hatte das Wasser im Gefäße während dieser Zeit 6 Aß verlohren; die andern 6 Aß aber waren aus dem feuchten Leder, worauf die Glocke stand, ausgedunstet, und hatten sich im Aufsteigen auswendig an dem Gefäße angesetzt.

Aus

z) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissenschaft. B. II. d. deutsch. Uebers. S. 27. f.

Aus dieſen und andern Verſuchen ſchließt Wa lerius, daß die Dünſte nicht wegen ihrer Leichtigke in Anſehung der nächſten Luft nach den hydroſtat ſchen Geſetzen ſich von dem Waſſer abſondern und die Höhe ſteigen, wie verſchiedene glauben; denn könne niemand ohne Ungereimtheit bejahen, daß d Dünſte ſtets leichter wären, als der luftleere Raun und wenn dieſes auch wäre, ſo müßten ſolche unendli weit über unſern Luftkreis aufſteigen, und niemals fa len. Hieraus folge, daß die Dünſte nicht kleine, a wäſſerigten und feurigen Theilchen zuſammengeſetz Körper, und wegen der großen Feinheit und Leichti keit des Feuers weit leichter als die nächſte Luft w ren, in welche ſie doch nach den Geſetzen der Hydr ſtatik aufſteigen müßten. Uns ſey bekannt, daß d Waſſer 850mal ſchwerer ſey als die Luft, dahe wenn dieſe Meynung ihre Richtigkeit haben ſoll wenigſtens 1000mal mehr Feuer oder Wärme a Waſſer zu jedem Dunſte erfordert würde. Man mü te demnach auf einem hohen Berge, welcher mit I bel oder Wolken bedeckt ſey, einen nicht geringen Gr der Wärme merken können, welches doch der Erfa rung ganz entgegen wäre.

Auch glaubt Wallerius hieraus ſchließen dürfen, daß die Dünſte nicht Blaſen von einem w ſerigen Häutchen ſind, und aus einer eingeſchloſſen dünnen Luft beſtehen, welche ihrer Leichtigkeit hall ſich von dem Waſſer abſondern, und in die Atn ſphäre aufſteigen. Denn aus dieſer Meynung mü nothwendig folgen, daß in einem luftleeren Rau keine Dünſte aufſteigen könnten. Ueberdem müßte das Häutchen umgebende Luft wegen ihrer ſtärk Elaſticität die Blaſe zuſammen drucken und zerſpr

gen. Es werde daher eine ganz andere Ursache oder wirkende Kraft zur ersten Aufsteigung der Dünste, eine andere aber zu deren fernern Erhöhung und Schwebung in der Luft erfordert; die erstere werde eben sowohl in einem luftleeren Raume zuwege gebracht, die letztere aber erfordere die Mitwirkung der Luft. Was aber diese beyden Kräfte für eine Beschaffenheit besitzen mögen, und wie die Luft zu einer stärkern Ausdünstung diene, könne er aus seinem Versuche jetzt nicht erklären.

Im Jahr 1743 setzte die Akademie der Wissenschaften zu Bourdeaux einen Preis auf die Erklärung des Aufsteigens der Dünste, welchen Kratzenstein [a]) und Hamberger [b]) erhielten. Ersterer suchte die Dünste aus dem System der Bläschen zu erklären. Er verglich den Durchmesser derselben mit der Dicke eines Haars, und setzte ihn auf $\frac{1}{3000}$ eines Zolles. Was die Dicke des sie umkleidenden Wasserhäutchens betrifft, so nimmt Kratzenstein an, die blasenförmigen Dünste zeigten im verfinsterten Zimmer, durch einen Sonnenstrahl erleuchtet, so lange einerley Farbe, als ihr Wasserhäutchen einerley Dicke behielte; sie änderten aber die Farbe, sobald die Luft oder das in ihnen enthaltene elastische Fluidum die Dicke dieses Häutchens ändere. Da nun Newton durch Versuche mit Seifenblasen die Dicke des Wasserhäutchens bestimmt hatte, welche zur Hervorbringung jeder Reihe von Farben nöthig ist, so wendet Kratzenstein diese Bestimmungen auf die Farben des durch sol-

a) Abhandl. vom Aufsteigen der Dünste und Dämpfe. Halle 1744. 8.

b) Diss. sur la cause de l'élevation des vapeurs. Bourd. 1743. 4.

ſolche Dunſtbläschen gehenden Sonnenlichts an, u
ſchließt daraus, die Dicke des Waſſerhäutchens
Dunſtbläschen im natürlichen Zuſtande der Luft
$\frac{1}{\text{ooooo}}$ eines engl. Zolles. Nun müßte ein Dun
bläschen, welches gerade in der Luft ſchweben ſoll
wenn auch der eingeſchloſſene Raum völlig leer wä
bey $\frac{1}{\text{oooo}}$ Zoll Dicke des Waſſerhäutchens wenigſte
$\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer haben. Hätte es einen kleine
Durchmeſſer, ſo würde es zu Boden ſinken, oder ſ
eifiſch ſchwerer, als die Luft, ſeyn. Da nun Kr
zenſtein den Durchmeſſer der Bläschen $\frac{1}{300}$ P
Zoll, und alſo weit kleiner als $\frac{1}{10}$ engl. Zoll
funden hat, ſo ſchließt er daraus, daß die Bläsch
weit ſchwerer als die Luft ſeyen, und daß folglich
Urſache ihres Aufſteigens nicht in ihrer Leichtigkeit
gen könne. Er nimmt daher, um ihr Aufſteigen zu
klären, ſeine Zuflucht theils zur Zähigkeit und d
Aufſteigen der Luft ſelbſt, theils zu einer Art von A
löſung, welche mit der chemiſchen nichts gemein h
und von der man ſich keinen recht deutlichen Beg
machen kann.

Hamberger erklärte das Aufſteigen der Dün
durch die Adhäſion der Theilchen an Feuer und Lu
an das Waſſertheilchen auf der Oberfläche hängt
nach ihm von innen das Feuer, welches ſeinen
ſammenhang mit dem übrigen Waſſer trennt, und v
auſſen die Luft. Da aber die Luft ſtärker darauf wir
als das Feuer, ſo nimmt dieſe es an ſich, und
wird es aus einer Luftſchicht in die andere erhob
In ſeinen 1750 neu herausgekommenen Elementis ph
ſices aber hat Hamberger die Ausdünſtung gänzl
durch eine Auflöſung des Waſſers in der Luft erklä
und von derſelben eben ſo, wie von allen andern

mischen Auflösungen, Rechenschaft abzulegen gesucht. (S. Th. IV. S. 194.)

Wallerius hat aber diesen wichtigen Gegenstand in einigen nachfolgenden Abhandlungen, welche im 8ten, 9ten und 10ten Bande der Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. befindlich sind, noch viel weiter verfolgt, und aus seinen Erfahrungen folgende Gedanken über die Beschaffenheit der Dünste und die Ursachen ihres Aufsteigens abgeleitet:

Erstlich bemerken wir, daß die Dünste, die aus dem Wasser aufsteigen, so lange sie warm sind, eine starke Elasticität oder ausdehnende Kraft besitzen. Außer den Wasserdünsten haben auch anderer Körper Ausdünstungen diese ausdehnende Kraft. Außer andern Beyspielen führt er auch den 87ten Versuch von Hales Statik der Gewächse an, nach welchem dieser aus Aepfeln, welche in einem luftleeren Gefäße eingeschlossen gewesen, so viel ausdehnendes und flüssiges Wesen erhalten habe, daß es einen 48mal größern Raum einnahm, als die Aepfel selbst. Indessen, sagt er, gebe es auch andere Dünste, welche keine ausdehnende Kraft zeigten, und man habe noch nicht erforschen können, warum manche Dünste elastisch sind, manche nicht; vielleicht, meint er, erforderten einige Materien mehr, andere weniger Wärme, um diese merkwürdige Wirkung hervorzubringen.

Hier falle aber eine schwere und wichtige Frage vor: ob sich die Dünste, weil sie so viel elastische Kraft besitzen, in Luft verwandeln, oder ob die elastische Luft nichts anders sey, als eine Sammlung von Dämpfen und Dünsten? Obgleich, sagt er, Verschiedene diese Frage bejahen, so gebe es doch Ursachen, warum man sie verneinen müsse: 1. sey die ausdeh-

wende Kraft der Luft beſtändig, und gehe durch lang wieriges und ſtarkes Zuſammenpreſſen nicht verloren 2. ſey die wahre Luft höchſt nöthig zum Athemhole für Thiere und Menſchen; Dünſte und Dämpfe ab wären für die Thiere ein gewiſſes Gift; 3. in Dü ſten und Dämpfen pflegten alle Feuerflammen zu ve löſchen, die ſich doch in der wahren Luft erhielten; weil man aus einem Apfel ein elaſtiſches Weſen e halte, das 48mal mehr Raum einnehme, als d Apfel ſelbſt, ſo müſſe es im Apfel 48mal dichter z ſammengepreßt ſeyn; die Luft drucke das Queckſilb in der Barometerröhre auf $31\frac{1}{2}$ Zoll, alſo müß 48mal dichtere Luft das Queckſilber auf $48 \cdot 31\frac{1}{2} =$ 1512 Zoll oder $151\frac{1}{2}$ Fuß erhalten; dieſer Gewalt v möge das zarte und dünne Weſen des Apfels nicht zu n derſtehen. Alſo habe es mit der wahren Luft eine ga andere Beſchaffenheit, als mit den elaſtiſchen Dü ſten des Apfels; 5. wüßten wir auch, daß die L einerley bleibe, wenn ſie gleich durch Regen gereini werde, da ſie doch dadurch geändert werden müß wenn ſie nichts anders als Dünſte wäre. Hiera und aus vielen andern Urſachen erhelle, daß zwiſch der elaſtiſchen Luft und dem elaſtiſchen flüſſigen Weſe das von Dünſten und Dämpfen entſteht, ein Unt ſchied ſtatt finde.

Wallerius hatte nun behauptet, daß es e andere Urſache beym erſten Aufſteigen der Dünſte ben müſſe, und noch eine andere, ſie in der Luft n weiter zu erheben und zu erhalten. Was die erſte U ſache betrifft, welche auch im luftleeren Raume ſi finden müſſe, ſo ſucht er dieſe auf folgende Art a zumitteln:

Es ist sehr wahrscheinlich, sagt er, daß, wenn flüssige oder andere Körper von der Wärme, von der Gährung oder einer andern Ursache in eine Bewegung gebracht worden, ihre kleinen Theilchen, die vorhin vermittelst der anziehenden Kraft zusammenhiengen, nur außer der Wirksamkeit ihres gegenseitigen Anziehens gebracht werden, und daß sie solchergestalt die zurücktreibende Kraft als Dünste ausbreitet und herumtreibt. Es sey bekannt, daß sowohl feste als flüssige Dinge eine anziehende Kraft besitzen, womit derselben Theilchen zusammenhängen, so gering auch die zusammenziehende Kraft, besonders bey flüssigen Dingen, seyn möge. Daher ließen sich auch derselben Theile nicht von einander trennen, als nur durch eine entgegengesetzte Kraft von hinreichender Stärke. Ferner sey bekannt, daß Feuer und Wärme die Körper aufs heftigste und stärkste in innerliche Bewegung brächten, und daß das Wasser und andere Körper bey stärkerer Wärme stärker ausdunsteten. Gleichfalls wisse man, daß Aufwallen oder Gährung eine innere Bewegung verursache, und dabey eine große Menge Dünste erhebe. Wenn also Theilchen vom Wasser oder von andern Körpern von der erwähnten oder andern Ursachen außer der Sphäre ihres Anziehens gebracht würden, so könne die zurücktreibende Kraft sie bis auf eine gewisse Entfernung erheben und ausbreiten, da sie alsdenn den Nahmen und die Gestalt der Dünste erhielten. Selbst die elastische Kraft der Dünste habe hiebey zu thun; sie könne aber von keiner andern Ursache herrühren, als von der Wirkung der zurücktreibenden Kraft, die sich im luftleeren Raume besser zeige, als in der Luft selbst, welcher Umstand zu Bestimmung der Ursachen des Ausdünstens allerdings nöthig sey.

Gegen dieſen Satz ſcheine zwar zu ſtreiten, daſ das Waſſer bey ſeiner Verwandlung in Eis ſtärke ausdunſte, als das Eis ſelbſt; allein hierdurch leid die vorhin beſtätigte Meynung nicht.

Ob nun aber gleich die Dünſte durch die zurück treibende Kraft aufzuſteigen anfiengen, ſo könne doch dieſe Urſache weder ihr weiteres Aufſteigen, noch ih Hin: und Herſchwimmen in der Luft erklären. Di zurücktreibende Kraft wirke, wie alle andere einzeln Kräfte, nur nach einer einzigen Richtung, entweder auf wärts oder nach den Seiten, nicht aufwärts und nach den Seiten zugleich. Nun zeige aber die tägliche Er fahrung, daß die Dünſte nicht nur in der Luft auf ſteigen, ſondern auch darin hin und her ſchwimmen, alſo könne dieſe Kraft nicht die Urſache ſeyn, wovon die letztere Bewegung der Dünſte herrührte. Außer dem ſey bekannt, daß die zurücktreibende Kraft in ei nem luftleeren Raume wirke, wo zwar die Dünſte aufſtiegen, doch, wenn keine Luft zugelaſſen werde, ſogleich wieder fielen. Mithin ſey augenſcheinlich, daſ die zurücktreibende Kraft die Dünſte weiter aufzuſtei gen und in der Luft hin und her zu ſchwimmen nicht veranlaſſen könne.

Man halte alſo dafür, daß die Dünſte, für ſich betrachtet, unter gleichem Raume weniger Gewicht hätten, als die darin befindliche Luft, und alſo nach Maasgabe des hydroſtatiſchen Geſetzes zu derjenigen Höhe ſtiegen, wo ſie mit der Luft gleich ſchwer wür den, da ſie dann, ſo lange dieſes Gleichgewicht daure da verblieben, und vor: und rückwärts nach der Rich tung des Windes getrieben würden. Da nun nach Wallerius Meynung die Dünſte weder aus des Feuers noch aus des Waſſers Materie zuſammengeſetzt

aud

auch nicht Bläschen von einer Wasserhaut wären, so frage es sich, wo ihre erwiesene Leichtigkeit in Vergleichung mit der Luft herrühre? Hier gesteht Walterius, daß er nichts Zuverlässiges anzugeben im Stande sey; er bemerkt nur noch, daß einerley Wärmegrad die Dünste mehr ausdehne, als die Luft. Denn da das Wasser 850mal schwerer als die Luft sey, und die Wärme des siedenden Wassers, von der die Luft nur zum dritten Theile ausgedehnt werde, das Wasser 14000mal weiter ausbreite, so müßten die Dünste, die auf diese Art entstünden, $16\frac{1}{2}$mal dünner und leichter als die Luft seyn, wodurch ein flüssiges Wesen entstehe, das nach den hydrostatischen Gesetzen in die Luft aufsteigen müsse.

Le Roi c) bemerkt, daß alle bisherige Theorien über die Ausdünstungen nicht befriedigend wären, außer derjenigen, nach welcher die Ausdünstung als eine wahre Auflösung des Wassers in Luft angesehen werde. Indessen gebe es sehr wenige Naturforscher, die sie vertheidigt hätten, und überdem wäre sie bey weitem noch nicht so vollständig entwickelt worden, als sie es verdiene. Er sucht sie daher etwas weitläuftiger aus einander zu setzen. Da die Auflösungs-Theorie so vielen Beyfall gefunden hat, und selbst noch jetzt von einigen Naturforschern vertheidigt wird, so halte ich es für nöthig, sie hier nach le Roi's Gedanken umständlich zu erzählen. Seine Sätze sind folgende:

1. Das

c) Mém. sur l'élévation et la suspension de l'eau dans l'air in den Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1751.

1. Das Waſſer wird in der Luft wirklich aufgelöß Man werfe an einem heitern Sommertage etwas E in ein recht trockenes Glas. Das Glas wird davo bald trübe gemacht, und an ſeinen äußern Wände zeigt ſich eine unzählbare Menge kleiner Waſſertröp chen. Das Waſſer, welches ſich in ſo großer Men an die äußern Glaswände legt, mußte doch vorher i der Luft ſchweben, und da es die Heiterkeit und Durc ſichtigkeit derſelben nicht minderte, mußte es in ihr vol kommen aufgelößt ſeyn.

2. Dieſe Auflöſung hat alle Eigenſchaften mit de Auflöſungen der Salze im Waſſer gemein. Luft von g gebener Wärme kann nicht mehr als eine beſtimm Menge Waſſer in ſich aufgelößt erhalten; wird ſ kälter, ſo ſchlägt ſich ein Theil des aufgelößten Wa ſers nieder, wird ſie wärmer, ſo löſt ſie mehr au Le Roi ſucht dieß durch mehrere Erfahrungen zu b ſtätigen. Im Auguſtmonat bey heiterm Himm verſchloß er eine helle Glasbouteille genau, welche bl Luft von 20 Grad Wärme nach Reaumur enthiel Dieſe Bouteille ſtellte er ins Fenſter, und einige Ta hernach bemerkte er des Morgens früh, daß da Thermometer bis auf 15 Grad herabgeſunken war eine ſolche Kälte war ſchon hinreichend, einen Ni derſchlag des in der Luft aufgelößten Waſſers in d Bouteille zu bewirken; dieſes Waſſer hatte ſich näm lich in kleinen Tröpfchen an dem obern Theile der i nern Glaswand abgeſetzt. Nachdem die Luft ſo ka geworden war, daß ſie nach dem Reaumur. The mometer 6 Grad Wärme zeigte, ſo entſtand im u tern Theile der Bouteille ein ſolcher ſtarker Nebel, da er zu ſchließen ſich berechtigt glaubte, ein The des Gewichtes der Luft wäre dem Waſſer zuzuſchreibe

we

welches die Luft aufgelößt enthielt. Nachdem die Wärme wieder stark genug wurde, so lößte die in der Bouteille enthaltene Luft das niedergeschlagene Wasser abermals auf.

Ferner verstopfte le Roi eine gläserne Kugel, und legte sie so auf eiskaltes Wasser; nach 3 bis 4 Minuten überzog sie sich inwendig mit vielen Wassertropfen, welche aber bald wieder verschwanden, wenn die Kugel erwärmt ward. Uebrigens will le Roi durch den Ausdruck: Auflösung der Salze im Wasser, nur so viel sagen, es gehe eine wahre chemische Auflösung vor; er gebraucht das Beyspiel der Salze bloß, die Sache mehr sinnlich zu machen, weil damals die Naturforscher noch nicht so, wie jetzt, an die Sprache der Chemie gewöhnt waren.

3. Hierauf sucht le Roi die Umstände zu bestimmen, unter welchen die Luft mehr oder weniger Wasser auflöse. Es giebt zwey Hauptursachen, der Wind und die Wärme, welche machen, daß die atmosphärische Luft nicht zu jeder Zeit eine gleiche Menge Wasser im aufgelößten Zustande enthält. Es müsse, sagt er, für jeden Zustand der Luft eine gewisse Temperatur geben, bey welcher sie anfangen würde, einen Theil des in ihr aufgelößten Wassers fallen zu lassen. Diese Temperatur nennt er den Grad der Sättigung der Luft. Wäre z. B. dieser Grad der Sättigung für einen gewissen Tag der zehnte Grad des Reaumurischen Thermometers, so würde die Luft über diesen Grad erwärmt immer noch mehr Wasser auflösen; gerade auf diesen Grad erkältet, zwar keines mehr auflösen, aber auch noch keines niederschlagen; unter diesen Grad erkältet hingegen desto mehr fahren lassen, je mehr sie erkältet würde. Hiernächst giebt er verschie-

deue Methoden an, den Grad der Sättigung zu jeder Zeit zu beſtimmen. So ſchlägt er vor, ein Gefäß mit eiskaltem Waſſer anzufüllen, damit ſich an den äußern Wänden deſſelben in der Luft aufgelößtes Waſſer merklich niederſchlage; von dieſem eiskalten Waſſer ſoll man etwas in eine große von auſſen ſehr trockene Glaskugel bringen, und in ſelbige ein Thermometer ſtellen, um den Wärmegrad des Waſſers zu beobachten; hierauf ſoll man das Waſſer um einen halben Grad erwärmen. Wenn ſich nun das in der Luft aufgelößte Waſſer wiederum an der äußern Wand der Kugel niederſchlägt, ſo ſoll man von neuem die Erwärmung des Waſſers von halben Grad zu halben Grad vornehmen, bis man auf ſolche Art den Wärmegrad gefunden hat, bey welchem die Luft kein Waſſer mehr an der äußern Wand der Kugel abſetzt; dieſer Grad iſt der der Sättigung der Luft.

4. Wenn der Wind nach einerley Richtung und mit gleicher Stärke bläßt, ſo iſt nach le Roi die Menge Waſſer an verſchiedenen Tagen und in denſelben Stunden, welche die Luft im aufgelößten Zuſtande enthält, nahe der Wärme der Luft proportional. Dieſer Satz, ſagt er, werde durch die Erfahrung aufs vollkommenſte beſtätigt. Z. B. am 5ten Aug. 1750 habe er beym Thermometerſtande von 19 Grad und beym Südwinde den Sättigungsgrad der Luft 15 Grad gefunden. Am 11ten Octob. darauf, bey demſelben Winde und dem Thermometerſtande von $15\frac{1}{2}$ Grad, ſey der Sättigungsgrad der Luft 11 geweſen.

5. Die Richtung des Windes und ſeine Stärke zeigen aber einen beträchtlichen Unterſchied in der Menge des Waſſers, welche die Luft aufgelößt enthält; man kann verſichert ſeyn, daß die Luft zu Montpellier, wel-

welche der Wind vom Meere herführt, die größte Menge aufgelößtes Wasser in sich faßt; da im Gegentheil die Luft, welche der Wind von Norden herführt, eine sehr geringe Menge aufgelößtes Wasser enthält.

Uebrigens schlägt le Roi Beobachtungen über den Grad der Sättigung in der Luft, mit andern meteorologischen Wahrnehmungen verglichen, als die besten Mittel vor, die wahren Ursachen der veränderlichen Auflösungskraft der Luft zu entdecken.

Wirkung eingeschlossener Dämpfe.

Die Dämpfe auf eine vortheilhafte Art zur Bewegung der Maschinen zu gebrauchen hat die Physiker und Mathematiker seit der Erfindung der sogenannten Dampfmaschinen gar sehr beschäfftigt. Vorzüglich sind die Dampfmaschinen in den englischen Bergwerken häufig angelegt, wo die Feurung mit Steinkohlen geschieht. Gleichwohl ist diese Feurung kostbar, und man verbraucht zu einer großen Feuermaschine in Cornwallis jährlich für 3000 Pfund Sterling Kohlen. Man hat aber an diesen Maschinen vornehmlich zwey Fehler bemerkt. Der erste ist, daß das eingespritzte kalte Wasser durch die große Hitze des Cylinders selbst erwärmt und zum Theil in Dampf verwandelt wird; der zweyte, daß eben dieses eingespritzte Wasser, welches auf den Boden des Cylinders zurückfällt, nicht nur den Cylinder abkühlt, sondern auch, bey der Wiedereröffnung des Regulators, den von neuem aufsteigenden Dampf so lange wieder verdichtet und in Wasser verwandelt, bis alles wieder so heiß als dieser Dampf selbst ist.

Diesen Fehlern hat der berühmte James Watt durch seine Erfindung im Jahr 1764 zu Glasgow in Schott-

Schottland abgeholfen. Er hat durch ſeine an der Dampfmaſchine angebrachten vortheilhaften Abänderungen zugleich ihren Mechanismus ſo weſentlich von dem der bisherigen Art der Dampfmaſchinen verſchieden gemacht, daß die ſeinige eine eigene Gattung ausmacht, wenn gleich in Anſehung der Steurung dabey ziemliche Aehnlichkeit mit den ältern Dampfmaſchinen zu ſeyn ſcheint. Die Wattſche Maſchine beruht auf ganz andern Grundſätzen, als die Newcomenſche; ihre bewegende Kraft iſt nicht der Druck der Luft auf den Kolben des Cylinders, die dabey vielmehr ganz ausgeſchloſſen iſt, ſondern ganz allein die Elaſticität der Waſſerdämpfe, die auch nicht im Cylinder, ſondern außerhalb demſelben durch Abkühlung vernichtet werden.

Die Vortheile, welche dieſe Art der Maſchinen vor den gewöhnlichen gewährt, ſind in Anſehung der Feurung beträchtlich groß. Man rechnet, daß ſie bey gleicher Wirkung $\frac{2}{3}$, ja ſogar $\frac{3}{4}$ des Brennmaterials erſparen.

Eine Nachricht von der Geſchichte der Erfindung und eine kurze Beſchreibung derſelben wurde zuerſt im Göttingiſchen Magazin der Wiſſenſchaften und Literatur von Lichtenberg und Forſter im 3ten Jahrg. St. 2. Götting. 1782. S. 218. bekannt gemacht, unter dem Titel: Nachricht von der durch James Watt erfundenen Verbeſſerung der Feuermaſchine. Aus dem Engl. der Mineralogia Cornubienſis des Wm. Pryce, von Kirchhof.

Dieſer Nachricht zu Folge erhielt Watt über die von ihm erfundene Dampfmaſchine im Jahr 176[illegible] ein königl. Patent, um ſie zu ſeinem Nutzen allein verfertigen zu können. Im Jahr 1774 trat er zu Bir-

ming

mingham mit Boulton in Gesellschaft, und erbauete mit ihm eine Maschine zu Soho bey Birmingham. Er erhielt 1775 eine Verlängerung seines Privilegiums, und treibt seit dieser Zeit mit Boulton das Geschäft in Gesellschaft. Beyde haben seitdem mehrere Dampfmaschinen in England zu Stande gebracht, nicht nur um Grubenwasser aus Schächten zu heben, sondern auch, um dadurch andere Maschinen in Bewegung zu bringen.

Bey der ersten Einrichtung der Dampfmaschinen hatte Watt vorzüglich dafür gesorgt, daß der Cylinder in einer steten gleichförmigen Hitze erhalten werde. Zu dem Ende machte er die Einrichtung so, daß nicht nur gar kein kaltes Wasser in denselben hineingespritzt wird, sondern er schützt ihn auch gegen die Luft und alle andere Kälte durch ein Behältniß, das ihn umgiebt, und das beständig mit dem heißen Dampfe angefüllt ist. Ueberdem wird sein Cylinder noch mit einer Substanz bekleidet, welche die Hitze langsam durchläßt. Ferner macht er ein so vollkommenes Vacuum, daß es beynahe dem im Barometer gleich kommt, und zwar dadurch, daß er den Dampf in einem besondern Gefäße verdickt, welches er den Condensator nennt, und das er nach Gefallen abkühlen kann, ohne den Cylinder zu erkälten; indem er es in kaltes Wasser stellt, und noch überdem kaltes Wasser hineinspritzt.

Dieses eingespritzte Wasser, und die daraus abgesonderte Luft, zieht er durch Pumpen, welche die Maschine selber treibt, aus dem Cylinder oder Condensator wieder heraus, und die etwa nachgebliebene bläßt er durch den Dampf vollends heraus.

Weil die zwiſchen dem Cylinder und dem Ste
pel eindringende Luft die Wirkung der Maſchine v
hindern würde, ſo läßt man bey den bisher gewöhn
chen Feuermaſchinen etwas Waſſer auf den Stem
fließen, damit der Zugang der Luft verſchloſſen werd
indem es nicht zu erwarten iſt, daß ſolche ungeheuer gro
Stempel, als die Feuermaſchinen haben, im A
und Niedergange völlig luftdicht ſeyn können. L
nun gleich dieſe Art, den Stempel zu ſichern, bey d
gewöhnlichen Maſchinen keinen Schaden anrichtet,
wäre ſie doch den neuern Maſchinen äußerſt nachth
lig. Aus der Urſache iſt ihr Stempel viel accurat
gemacht, damit der Dampf, der aus dem äußern m
einem Deckel verſehenen Cylinder auf den Stempel d
innern Cylinders drückt, mittelſt ſeiner ausdehnend
Kraft eben dieſelbe Wirkung hervorbringen könne, al
in den andern Maſchinen der Druck der Atmoſphäre
ſobald nämlich ein Vacuum unter ihm zuwege gebrac
iſt. Dieſe Art zu arbeiten ſchließt die Luft gänzlic
vom innern Cylinder aus, und giebt der Kraft durc
die vermehrte Elaſticität des Dampfes einen vortheil
haften Zuwachs.

Der Cylinder, der große bewegliche Baum, di
Pumpen u. ſ. w. ſtehen an ihrer gewöhnlichen Stell
Der Cylinder iſt, im Verhältniß gegen ſeine Wirkung
ſchmäler als gewöhnlich, und ſehr accurat gebohrt
In den vollkommenſten Maſchinen iſt er in einer klei
nen Entfernung von einem zweyten Cylinder eingeſchloſ
ſen, der unten einen Boden, und oben einen Decke
hat. Aus dieſem Zwiſchenraume geht unten im Bo
den eine weite an beyden Enden offene Röhre in den
Keſſel hinein, wodurch derſelbe ſtets mit Dampf ange
füllt iſt, und dadurch den innern Cylinder mit dem
Dam

Dampfe stets in einer gleichförmigen Erhitzung erhält, folglich keine Verdickung des Dampfes in demselben möglich ist, welche daselbst schädlicher als in dem äußern Cylinder seyn würde.

Der innere Cylinder hat einen Boden und einen beweglichen Stempel wie gewöhnlich; weil er aber nicht so hoch ist wie der äußere, der ihn umgiebt, und dieser letzte mit einem Deckel geschlossen ist, so kann der Dampf aus diesem Zwischenraume oben in den innern Cylinder auf den Stempel desselben einfließen.

Der Deckel des äußern Cylinders hat in der Mitte ein Loch, worin die Stempelstange, die vollkommen rund und sehr genau gearbeitet ist, auf und nieder geht, und dieses Loch ist, damit es völlig dampfdicht sey, noch überdem mit einer darauf angeschrobenen Einfassung von Werg umgeben.

Unten im Boden des innern Cylinders sind zwey bewegliche Schieber angebracht, wovon der eine den Dampf aus dem Zwischenraume in den innern Cylinder unter dem Stempel desselben hineingehen lassen, oder ihn auch abschließen kann. Der andere Schieber öfnet oder verschließt die Mündung einer Röhre, die zum Condensator führt. Der Condensator besteht aus einer oder mehreren Pumpen mit Schuh und Klappen, die von dem großen Waagbaum der Maschine mittelst Ketten bearbeitet werden. Unten in dem Boden dieser Pumpen ist die Röhre, die vom Cylinder kommt, befestigt, und der ganze Condensator steht in einer Cisterne kalten Wassers, welche durch die Maschine gefüllt wird.

Gesetzt nun, die Luft sey aus dem Condensator herausgeblasen, und beyde Cylinder wären mit Dampf

angefüllt; ſo wird der Schieber, der den Dampf unten in den innern Cylinder hineingehen läßt, ge ſchloſſen, der andere aber, der zum Condenſator führt, geöfnet, und der Dampf ſtrömt nun mit großer Hef tigkeit in den luftleeren Raum des Condenſators hinein. Darin berührt er aber die kalten Seiten der Röhr und der Pumpen, und begegnet einer Einſpritzung vor kaltem Waſſer, die mit dem Ausleerungsſchieber zu gleich geöfnet wird. Hierdurch wird ihm den Augen blick ſeine Hitze beraubt, und er in Waſſer verwan delt. Der etwa noch übrige Dampf aber zieht, wei ein völliges Vacuum im Condenſator bleibt, nach und wird ebenfalls verdickt; ſo daß der innere Cylin der vollkommen ausgeleert wird. Nun hat der Dampf der ſich im äußern Cylinder befindet, keinen Wider ſtand mehr von dem untern Dampfe des innern Cy linders gegen ſich, ſondern druckt mit ſeiner ganze Elaſticität oben auf den Stempel. Dadurch wir derſelbe bis zum Boden des innern Cylinders herun ter gepreßt, und an dem andern Ende des Baum das Waſſer mittelſt der Pumpen gehoben. Jetzt wir der Ausleerungsſchieber geſchloſſen und der Damp ſchieber wieder geöfnet. Dieſer läßt den Dampf abe mals unter dem Stempel hineingehen, welcher demnac durch das Uebergewicht der Pumpenſtangen in die Höh gezogen wird, und ſo iſt die Maſchine wiederum zu zweyten Stoße fertig.

Nach der Zeit aber hat **Watt** noch größe Verbeſſerungen an der Maſchine vorgenommen, un ſehr weſentliche und vortheilhafte Abänderungen darc angebracht, welche in der Folge angeführt werd ſollen.

Th

Thierische Wärme.

Die Meynungen der Physiologen und der Physiker über die thierische Wärme sind von jeher verschieden gewesen. Sie haben sich vorzüglich in zwey Hauptpartheyen getheilt, wovon die eine dieselbe aus chemischen, die andere aus mechanischen Principien ableitete. So glaubt Cromwell Mortimer [d]), es werde durch Gährung Luft aus dem Blute entwickelt, welche das Feuer in Bewegung setze. Hamberger [e]) suchte die Wärme des Bluts in der Auflösung seiner schwefelartigen Theilchen durch die laugenartigen, und bringt sie in Verbindung mit den Wärmeerzeugungen im Taubenmist, feuchten Heu, in Lumpen u. s. w. Noch andere glauben, daß die Wärme des thierischen Körpers sich aus dem Verdauungsprozeß der Nahrungsmittel, nebst den übrigen Mischungsveränderungen der Säfte beym Kreislaufe und den Absonderungen, entwickle. Diese Meynung hat besonders Stevenson [f]) vertheidigt. Er sagt: es giebt überhaupt zwey Naturoperationen, bey welchen sich Wärme entwickelt, nämlich bey der Gährung und bey der Fäulniß; diese beyden Operationen vergleicht er mit dem, was im thierischen Körper vorgeht, und schließt daraus, daß die thierische Wärme die Wirkung einer Art Fäulniß sey.

Aus

d) Philos. Trans. num. 467. übers. im Hamb. Magazin B. I. S. 291 — 300.

e) Physiologia medica. Jenae 1751. 4. p. 24.

f) Essais et observations de medicine de la societé d'Edimbourg, ouvrage trad. de l'Anglois. T. VI. art. 77.

Aus mechaniſchen Principien haben beſonders Boerhaave [g]) und Georg Martine [h]) den Urſprung der thieriſchen Wärme abgeleitet. Dieſe Meynung ſuchte man aus folgenden Gründen darzuthun; die Bewegung erzeuge ſtets mehr Wärme, und bleibt im ſtrengſten Froſte das einzige Mittel, dem Tode zu entgehen; der ſchnellere Pulsſchlag ſey allemal mit mehr Wärme begleitet; die Wärme nehme durch mehrere Feſtigkeit und Dichtigkeit der Gefäße zu, z. B. bey Erwachſenen ſey ſie größer, als bey Kindern; Alter und Krankheiten, welche den Pulsſchlag vermindern, erregten auch ſtets Kälte; in erſtarrten Körpern komme die Wärme ſogleich wieder, wenn durch irgend einen Reiz die Bewegung des Herzens und der Kreislauf des Bluts wieder verſtärkt werd u. ſ. w. Hieraus ſchloß man, die Wärme verhalt ſich direct, wie die Geſchwindigkeit des Bluts, un umgekehrt, wie der Durchmeſſer der Gefäße. Hier durch ward erklärt, warum die Wärme in den ver ſchiedenen Theilen des Körpers faſt einerley ſey, wei in den größern Gefäßen größere Geſchwindigkeit mi weniger Reibung, in den kleinern hingegen geringer Geſchwindigkeit mit mehr Reibung verbunden ſey imgleichen, warum kleine Thiere eben ſo warm ſind als große, weil ſich die gleich großen Blutkügelche in den engen Gefäßen der kleinern Thiere ſtärker re ben müßten u. ſ. w. Dieſe Meynung widerlegt ab ſchon Stevenſon aus Beobachtungen der Aerzt welche beweiſen, daß die Wärme keinesweges de Verhältniſſe der Pulsgeſchwindigkeit folge; denn giebt Krankheiten, wobey der Puls außerordentli

g) Inſtitut. rei medicae.

h) De animalibus ſimilibus et animalium calore libri Lond. 1740. 8.

geschwind geht, und gleichwohl die Wärme sehr gering ist, da im Gegentheil bey andern Krankheiten ein langsamer Pulsschlag mit großer Hitze verbunden ist. Auch Hunter i) schließt aus seinen Versuchen über das Erfrieren der Thiere, daß die thierische Wärme ihren Grund nicht in dem Kreislaufe des Bluts haben könne, weil auch solche Thiere der Kälte widerstehen, in welchen kein Kreislauf statt findet.

Noch andere glaubten, die thierische Wärme habe ihren Sitz in der Lunge. Ihre Gründe sind diese: die große Lungenader erleide in ihren Ab- und Unterabtheilungen Abänderungen, welche die ausdehnende und zusammenziehende Bewegung der Lunge in den Gefäßen verursache, über welche die Lungenadern gelagert wären, daher müsse das Blut getheilt, und seine Reibung vermehrt werden. Diese Meynung bestreitet aber Stevenson aus folgenden Gründen: 1. die Erhaltung unsers Lebens und der Wärme hange vornemlich von der Beschaffenheit der von der Lunge eingesogenen Luft ab; 2. sey die Wirkung der Lungengefäße auf das Blut weder zur Hervorbringung der Circulation, noch der Wärme nothwendig, weil vermöge der Erfahrung des D. Hooke das eine und das andere statt finde, wenn auch gleich die Lunge beständig ausgedehnt wäre; 3. sey es unmöglich, daß sich das Blut in der Lunge erwärme, wo es der Berührung einer weit kältern Luft ausgesetzt sey, als sie selbst ist; überdem geschehe das Athemhohlen in einer kalten Luft viel schneller, als in einer heißen, da es doch vielmehr vermindert werden sollte, wenn sich das Blut in der Lunge erwärmte. Endlich aber sey die Wärme eines jungen Huhns

i) Philos. Transact. Vol. LXV. P. II. num. 43.

Huhns in dem Ey, und des Kindes im Mutterleibe ein unzubezweifelnder Beweis, daß die thieriſche Wärme ihren Urſprung nicht in der Lunge haben könne.

Noch andere waren der Meynung, daß die thieriſche Wärme ihren Grund in dem Reiben der feſten Theile gegen einander habe. Allein Stevenſon bemerkt dagegen: 1. daß die feſten Theile weder hart noch trocken wären; Eigenſchaften, welche nothwendig erfordert würden, wenn ſie ſich durchs Reiben erwärmen ſollten; 2. wären dieſe Theile keinesweges geſchickt, Wärme hervorzubringen; 3. das Reiben der feſten Theile könnte auch über keiner großen Fläche ſich erſtrecken, und 4. alle Fibern wären mit Feuchtigkeiten umgeben, die es hinderten, daß ſie ſich je durch Reiben an einander erwärmen könnten.

Der ſchottländiſche Arzt Robert Douglas[k] erklärt die thieriſche Wärme aus der Reibung der Blutkügelchen in den feinſten haarröhrenartigen Blutgefäßen, deren Weite geringer, als der Durchmeſſer der Kügelchen iſt. Dieſem Syſteme giebt er ein ſehr demonſtratives Anſehen, und ſucht beſonders daran begreiflich zu machen, warum die Temperatur des Blutes eine unveränderliche Größe ſey, und bey großer Wärme der äußern Luft faſt gar keine, in der Kälte hingegen ſehr viel innere Wärme erzeugt werde. Nämlich durch äußere Wärme werden die feinen Gefäße ſo ſtark erweitert, daß die Blutkügelchen ohne Reibung durchgehen, alſo wenig oder gar keinen Ueberſchuß über die äußere Temperatur erzeugen; in Kälte hingegen verengert die Gefäße und vermehrt die dur

k) Eſſay concerning the generation of heat in animals. Eſſais ſur la generation de la chaleur des animaux trad. de l'Angl. à Paris 1751. 8.

durch das Reiben in eben dem Maaße, in welchem sie strenger wird. Brisson sucht dieses System zu widerlegen, und bemerkt, daß die vermeinte Verengerung der Gefäße durch die äußere Kälte eine leere Einbildung sey, weil sich ja die vom Reiben entstandene Blutwärme den Gefäßen augenblicklich mittheilen, und ihren Durchmesser wieder erweitern müßte. Auch führt von Haller dagegen an, daß bey Fröschen und Fischen die innere Wärme äußerst gering sey, obgleich die Mikroskope zeigen, daß die feinen Gefäße dieser Thiere gerade eng genug sind, um nur ein einziges Kügelchen zu fassen, welches noch dazu eine ovale Gestalt annehmen muß, um durchzukommen, in welchem Falle also die Wärme sehr beträchtlich seyn müßte, wenn sie von dieser Ursache herrührte.

John Caverhill [1]) leitet die Wärme von der Wirkung der Nerven her. Er fand durch Verletzung des Rückenmarks bey einem Caninchen den Puls geschwächt und die Wärme beträchtlich vermindert. Noch andere, z. B. D. Cullen, nehmen in der thierischen Oekonomie ein eigenes Princip des Lebens an, welches die Eigenschaft habe, in verschiedenen Körpern bey einerley Geschwindigkeit des Bluts eine verschiedene Wärme hervorzubringen.

Die Meynung, daß das Blut durch die eingeathmete Luft abgekühlt werde, welche schon vor Stevenson ältere Aerzte behauptet haben, ist von dem Herrn von Haller widerlegt worden; dieser nimmt an, es komme Luft zur Mischung des Bluts, und beym

1) Experiments on the cause of heat in living animals and the velocity of the nervous fluid. Lond. 1770. 8.

beym Ausathmen werden flüchtige, salzige, faule Ausdünstungen, auch Phlogiston ausgeführt. Der Gedanken, daß die Wärme des Bluts durchs Athmen entstehe, haben nach Stahl außer andern Aerzten vorzüglich auch Boerhaave, Hales und Arbuthnot gehabt, welche glaubten, das Blut werde in den Lungen durch das Athmen verdichtet und erwärmt. Der Graf von Buffon nimmt die Lungen für das Gebläse an, das zur Belebung des Lebensfeuers diene

Drittes Kapitel.

Beobachtungen und Entdeckungen in der Lehre von den Gasarten

Man hatte zwar bisher auf mancherley Art wahrgenommen, daß verschiedene Körper unter gewissen Umständen elastische Flüssigkeiten aus sich entwickeln, und daß bey andern Umständen die atmosphärische Luft einen beträchtlichen Theil ihrer Elasticität verliere; allein man hatte noch keine richtige Vorstellung von der Menge der sich entwickelten und der eingesogenen elastischen Flüssigkeit. Erst Hales war hierauf aufmerksam. Johann Bernoulli hatte bereits ein Mittel angegeben, die bey aufbrausenden Auflösungen sich entwickelnden luftförmigen Flüssigkeiten aufzufangen (Th. III. S. 261.). Hales gieng aber viel weiter, er gebrauchte zu seinen Versuchen Gefäße mit Wasser, in welchen mit Wasser gefüllte gläserne Glocken umgestürzt waren, und leitete die aus den Körpern entwickelte Luft unter diese Glocken, i

we

welchen sie ihrer specifischen Leichtigkeit wegen in den obern Theil aufstieg, und sich über das Wasser setzte.

Hales [m]) hat eine große Menge Versuche angestellt, welche fast alle Stoffe in der Natur bearbeiten. Er hat über den Erfolg der Verbrennung, Gährung, der Verbindungen u. a. m. Untersuchungen angestellt. Einige seiner Versuche sind in folgender Tafel enthalten:

Versuche durchs Destilliren.

Mit Gewächsen.

Ein Cubikzoll oder 270 Gran Eichenholz	256	Cubikzoll
Ein Cubikzoll, oder 398 Gran Erbsen	396	—
142 Gran trockener Tobak - -	153	—
Ein Cubikzoll Anisöl - - -	22	—
Ein Cubikzoll Olivenöl - -	80	—
Ein Cubikzoll Weinstein - -	504	—
Ein Cubikzoll, oder 270 Gran Ambra	270	—

Mit thierischen Stoffen.

Ein Cubikzoll bis zur Trockniß destillirtes Schweinsblut - -	33	—
Etwas weniger als ein Cubikzoll Unschlitt	18	—
Ein Cubikzoll, oder 482 Gran Dammhirschhornspitzen - - -	234	—
Ein Cubikzoll, oder 532 Gran Austerschaalen - - - -	324	—
Ein Cubikzoll Honig - -	144	—
Ein Cubikzoll, oder 253 Gran gelb. Wachs - - - -	54	—
Ein menschlicher Blasenstein, $\frac{3}{4}$ Cubikzoll groß, 230 Gran schwer -	516	—

Mit

m) Vegetable Statiks. Lond. 1727. 8. Statique de Vegetaux trad. de l'Angl. par Mfr. *Buffon*. deutsch Hales Statik der Gewächse. Halle 1747. 4.

Mit Mineralien.

Ein Cubikzoll, oder 316 Gran Steinkohlen - - -	360	Cubikz
Ein Cubikzoll ſchwarze Dammerde	43	—
Ein Cubikzoll Spießglanz - -	28	—
½ Zoll Kochſalz und ½ Zoll gebrannte Knochen - - -	64	—
½ Cubikzoll, oder 211 Gran Salpeter mit Beinaſche - - -	90	—

Verſuche über Gährung.

42 Zoll ſchwach Bier in 7 Tagen -	639	—
26 Cubikzoll zerquerſchte Aepfel in 13 Tagen - - - -	968	—

Verſuche über die Auflöſungen und Verbindunge

	entwickelte Luft	eingeſoge Luft
½ Cubikzoll Salmiak mit 1 Zoll Vitriolöl - - -		5-6 Zoll
An den folgenden Tagen wurden 15 eingeſogen.		
6 Cubikzoll Auſterſchalen und eben ſo viel deſtill. Eſſig in einigen Stunden - - - -	29	—
In 9 Tagen wurden 21 zerſtört, und die andern 8 verſchwanden, als lauwarmes Waſſer auf die Miſchung gegoſſen ward.		
2 Cubikzoll Königswaſſer auf einen flach geſchlagenen goldenen Ring gegoſſen - - -	4	—
2 Cubikzoll Königswaſſer auf ¼ Zoll Spiesglanz gegoſſen in 3-4 Stunden - - - -	38	—

Mac

	entwickelte Luft	eingesogene Luft
Nach einigen Stunden waren 14 zerstört.		
1 Würfel Scheidewasser auf ¼ Zoll Eisenfeilspäne - -	43 Zoll	
½ Zoll Eisenfeil und 1 Cubikzoll gepulv. Schwefel - - -		19 Zoll
1 Cubikzoll Scheidewasser auf eben so viel Kies gegossen - - -		85 —
1 Cubikzoll Scheidewasser auf eben so viel Steinkohlen, 18 Zoll, von welchen in den folg. Tagen 12 wieder hervorgebracht wurden - -		18 —
2 Cubikzoll ungelöschten Kalk und 4 Zoll Essig - - - -		22 —
2 Cubikzoll Kalk und eben so viel Salmiak - - - -		115 —
In geschmolzenen Schwefel getauchte und angezündete Leinwand sog in einem großen Gefäße ein - -		198 —
In einem kleinern Gefäße - -		150 —
2 Gran Urinphosphor - - -		28 —
hatte nach der Entzündung nur ½ Gran verloren, nach einiger Zeit einen Zuwachs am Gewichte von 1 Gran erhalten.		
Ein in eine starke Salpeterauflösung eingetauchtes, und mittelst eines Brennglases unter einer Glocke angezündetes Stück Papier bewirkte - - -	80 —	
In einigen Tagen nahm diese Menge von Luft ab.		

Verſuche mit brennenden Körpern und über d
Athemholen der Thiere.

	entwickelte Luft	eingeſoge Luft
Ein brennendes Licht, ¾ Engl. Zoll im Durchmeſſer - - -		78 Zol
Eine unter einer 2024 Cubikzoll haltenden Glocke eingeſchloſſene Ratte - - -		78 —
73 Cubikzoll Luft nahmen durchs Einathmen von einem Menſchen, bis er dem Erſticken nahe war, bis auf 20 Zoll ab.		

Außer dieſen und noch weit mehreren Verſuche welche nicht angeführt werden können, hat Hale Beobachtungen über dieſen Gegenſtand gemacht, we che Aufmerkſamkeit verdienen, und kürzlich ang führt werden müſſen, beſonders da er der erſte wa welcher die Gründe zu den ſo großen Erweiterunge welche die Phyſik nach ihm erhielt, legte.

Er unterſuchte die Sauerbrunnenwaſſer genaue als ſeine Vorgänger, und fand, daß dieſe Waſſer noc einmal ſo viel Luft, als die gemeinen Waſſer, enthie ten. Auch muthmaßte er, daß dieſe Luft ihnen de ſtechenden Geſchmack gebe, den man an ihnen bemerk

Ferner muthmaßte er, daß die Säuren überhaup und beſonders der Salpetergeiſt Luft enthielten; allei die Deſtillirung des Scheidewaſſers zeigte ihm eine entgegengeſetzten Erfolg; er beobachtete nämlich ſta einer Zunahme eine merkliche Abnahme am Umfang der Luft. Er folgerte hieraus, daß die ſauren Däm pfe Luft einſaugen, und daß diejenige Luft, welch man durch Verbindung der Säuren mit den laugenſa

zigen Stoffen gewinnt, wohl nicht den letztern ganz zugehören könne. Indessen meint er, daß die Säure einen Antheil derselben liefern könne, und daß sie wahrscheinlich die Luft zuwege bringe, welche man bey Auflösungen der Metalle in Säuren erhalte.

Die große Menge von Luft, welche bey der Verpuffung aus dem Salpeter entbunden wird, eignet Hales den Wirkungen des Schießpulvers zu, wozu jedoch, seiner Meynung nach, die Ausdehnung des Wassers hinzugerechnet werden muß, welches sich hiebey in Dämpfe verwandelt. Daß der Weingeist nicht wie der Salpeter verpufft, ob er gleich wie dieser eine große Menge Luft enthält, dieß geschieht nach Hales deßwegen, weil die Luft in selbigem inniger verbunden ist und zur Absonderung derselben eine stärkere Hitze erfordert wird; und eben aus der im Weinsteine befindlichen großen Menge Luft und ihrer starken Anhängung an demselben leitet er die Wirkungen des Knallpulvers her.

Er suchte das eigenthümliche Gewicht der Luft zu bestimmen, welche er durch die Destillation aus dem Weinsteine entbunden hatte, allein er hat nicht gefunden, daß sie in dieser Rücksicht von der atmosphärischen Luft verschieden wäre; es ergab sich das nämliche Resultat, er mochte eine frisch aus dem Weinsteine erhaltene, oder eine von mehr als 10 Tagen aus demselben entbundene Luft anwenden.

Ferner hat Hales wahrgenommen, daß die Menge der entweder durchs Verbrennen des Schwefels oder der Kerzen oder durchs Athmen der Thiere eingesogenen Luft verschiedene Erscheinungen zeigte, je nachdem man größere oder kleinere Gefäße oder Glocken gebrauchte; er bemerkt nämlich, daß die Menge der eingeso-

geſogenen Luft überhaupt in großen Gefäßen mehr E trägt, als in kleinen; jedoch in Vergleichung mit i rem Inhalte in den kleinern beträchtlicher, als in d großen ſey. Weiter macht er die Bemerkung, d dieſe Einſaugung der Luft ihre Grenzen habe und n bis zu einer gewiſſen Stufe gehe.

Bey ſeinen Verſuchen hat er zwiſchen der En wickelung und Einſaugung der Luft eigene Abwechſelu gen wahrgenommen, welche er aber nicht zu erklär wußte. Durch die Verpuffung des Salpeters z. B erhielt er eine große Menge Luft, welche aber täglic an Elaſticität und Umfang abnahm. Ueberhaup beobachtete er dieß bey ſehr vielen künſtlichen Luftarte Auch bemerkte er, daß während dem Brennen der Ke zen die Einſaugung der Luft nicht allein ſtatt fand, ſo dern auch verſchiedene Tage nachher anhielt.

Hales war der Meynung, daß die aus de Körpern entbundene Luft, z. B. die, welche beym Ve brennen, oder zum Athmen der Thiere, gebraucht worde war, von der atmoſphäriſchen Luft nicht verſchiede wäre, und nur in ſo fern einen beſondern Erfolg hervo brächte, als ſie durch fremde Dünſte verunreinigt un ſchädlich geworden wäre. Er verſuchte daher, ſie durc Flanell zu ſeihen, welcher mit zerfloſſenem Weinſtein ſalze getränkt worden war, und dieß Mittel gelang ih vollkommen. Nachdem ſie durch dieſes Seihezeu gegangen war, ſo taugte ſie wieder zum Einathme der Thiere. Eine Lampe brannte unter einer Glock welche mit einem mit Weinſteinſalze getränkten Flane gefüttert war, länger, als ſie unter einer nicht gefü terten gebrannt haben würde, obgleich der Flanell de innern Raum um ein beträchtliches verminderte. Hi bey machte Hales die wichtige Bemerkung, da

di

die Scheidewände, wodurch die Luft geseihet worden war, merklich am Gewicht zugenommen hatten.

Auch hat Hales gefunden, daß viele Substanzen, z. B. Erbsen, Wachs, Austerschalen, Amber u. s. durch Destillation eine Luft gaben, welche sich anzünden ließ, und sogar diese Eigenschaft behielt, nachdem sie durch Wasser gewaschen worden war.

Was die Entstehung der Metallkalke im Feuer betrifft, so leitete Hales dieselbe, wie die übrigen Naturforscher seiner Zeit, aus dem Beytritte des Feuers mit dem Metalle her; außerdem aber behauptete er, daß die Luft zu dieser Wirkung das ihrige beytrüge, und von ihr die Zunahme der Metallkalke am Gewichte zum Theil herrührte. Diese Meynung gründete er darauf, daß er von 1922 Gran Bley durch Destillation nur sieben Zoll Luft erhalten, da ihm im Gegentheil eben so viele Mennige 34 Zoll gegeben hatte.

Ferner bemerkte Hales, daß der Pyrophorus den Umfang der Luft, in welcher man ihn glimmen ließ, verminderte; daß der Salpeter im luftleeren Raume nicht mehr verpuffen konnte; daß die Luft zur Bildung der meisten Salzkrystalle nothwendig erfordert ward; daß gährende Gewächse anfänglich eine große Menge Luft hervorbrachten, und nachher wieder welche einsogen u. d. gl. Die Abnahme des Umfangs der Luft, welche während dem Verbrennen einiger Körper erfolgt, eignet er bald dem Verluste ihrer eignen Elasticität zu, bald scheint er zu glauben, daß diese Luft während dem Verbrennen wirklich gebunden und eingesogen werde, und seine Untersuchungen hierüber scheinen einige Ungewißheit zurückgelassen zu haben. Er glaubt, daß die atmosphärische Luft, die

näm-

nämliche, welche wir einathmen, in die Zuſamme
ſetzung der meiſten Körper eingehe; daß ſie in ihn
unter einer feſten Geſtalt befindlich, ihrer Elaſticit
und des größten Theils der Eigenſchaften, die m
ihr gewöhnlich beylegt, beraubt ſey; daß die Luft glei
ſam das Band der Natur und von ihr die große Här
einiger und ein großer Theil der Schwere anderer Kö
per herrühre; daß dieſe Subſtanz aus ſo dauerhaft
Theilen beſtehe, daß die Gewalt des Feuers ſie nic
zu verändern im Stande ſey, und daß ſie ſogar, nac
dem ſie Jahrhunderte in einer feſten und trocken
Geſtalt befindlich geweſen ſey und Proben aller A
ausgehalten habe, unter gewiſſen Umſtänden ihre El
ſticität völlig wieder erhalten, und wiederum eine, d
Flüſſigkeit unſerer Atmoſphäre völlig gleiche, elaſ
ſche und dünne ausgedehnte flüſſige Materie werd
könne. Endlich betrachtet er die Luft als eine ſold
Materie, die bald fix, bald flüſſig ſey, und unt
die Zahl der chemiſchen Grundſtoffe gebracht werd
und einen Platz einnehmen müſſe, welchen man b
dahin keinesweges als ſolchen angeſehen hatte.

Ein Paar Jahre nach Hales gab der berüh
te Boerhaave ſeine Elemente der Chemie herau
in welchen er in einem eigenen Abſatze etwas weitläu
tig die Natur der Luft mit ihren Eigenſchaften unt
ſucht. Ueber die Bindung und Entbindung der Lu
iſt er nicht immer mit ſich ſelbſt einig geweſen; ba
ſcheint er zu läugnen, daß die Luft ſich mit den Kö
pern verbinde, und etwas zur Bildung ihrer feſt
Theile beytrage; bald aber ſcheint er die entgegengeſet
Meynung anzunehmen, und ſich auf die Seite d
Herrn Hales zu neigen. Bey Vergleichung meh
rer Stellen in ſeinen Schriften aber erhellt ganz deu
lic

lich, daß ihm Hales Versuche zu einer Veränderung seiner Meynung brachten und er die Lehre von der Bindung der Luft in den Körpern bis zu einem gewissen Grade annahm, daß ihm aber auch zu gleicher Zeit dieselbe nicht hinreichend genug erwiesen zu seyn geschienen hat, um ihn dahin zu bewegen, dasjenige zu widerrufen, was er derselben in seinen Schriften entgegengesetzt hatte. Am Ende seiner Abhandlung von der Luft in den Elementen der Chemie erklärt er sich ganz für die Meynung des Herrn Hales; daselbst führt er eine Menge über die durch eine Verbindung von den Körpern entbundne Luft genau angestellter Versuche an, bey welchen er die Auffangung der Luft durch weit vorzüglichere Mittel, als Hales, bewerkstelligt hat, indem er die Berührung der Oberfläche des Wassers von der entbundenen Luft verhütete. In dieser Rücksicht verdienen daher Boerhaave's Versuche eine größere Aufmerksamkeit, als des Hales seine, weil diese noch eine Ungewißheit in Ansehung der Menge der entbundenen und eingesogenen Luft, wovon oft ein Theil vom Wasser absorbirt wird, zurücklassen. Boerhaave arbeitete nämlich beständig im leeren Raume der Luftpumpe und unter einer Glocke, deren innerer Raum ihm bekannt war; er pumpte die Luft sorgfältig aus, ehe er die Mischung vornahm, und beurtheilte die Menge der entbundenen Luft hernach vermittelst eines Barometers. Durch diese Zurichtung fand er, daß $1\frac{1}{2}$ Quentchen Krebssteine bey der Auflösung in $1\frac{1}{2}$ Unze destillirten Essig 81 Cubikzoll Luft hervorbrachten; daß ein Quentchen Kreide bey der Auflösung in 2 Unzen derselben Säure 151 Zoll derselben lieferte; und daß die Verbindung des gestoßenen Weinsteinöls sowohl mit dem Essig, als mit der Vitriolsäure, ebenfalls eine beträchtliche Menge

des

derſelben lieferte. Bey der Auflöſung des Eiſens
Scheidewaſſer erfolgte ein ſtarkes Aufbrauſen, wob
ſich nach Boerhaave's Bemerkung ſogleich ei
elaſtiſche Luft entwickelte, welche aber das Queckſill
nicht ſo weit herabtreiben konnte, als einem ſo ſtark
Aufbrauſen, ſo heftigem Platzen und ſo dichten roth
Dämpfen zu entſprechen ſchien. Hieraus, ſagt
erhelle es, daß die heftigſten Exploſionen der Körp
ohne proportionirte Entwickelung einer elaſtiſchen Lu
erfolgen können. Bey der Vermiſchung von rauch
dem Salpetergeiſt mit gemeinem Kümmelöl hingeg
entwickelte ſich eine ſolche beträchtliche Menge Lu
daß der Verſuch gefährlich anzuſtellen war, woſe
man nicht die Vorſicht beobachtete, ſehr große Gefä
zu nehmen und nur eine ſehr geringe Menge da
anzuwenden.

Auf dieſe Verſuche folgen einige Erörterung
über die Entbindung der Luft, welche beym Verbr
nen, bey der Gährung, bey der Fäulniß und bey
nigen Deſtillationen ſtatt findet. Endlich ſchli
Boerhaave ſeine Abhandlung mit folgenden A
trachtungen:

Alle dieſe verſchiedenen Mittel, ſagt er, wel
ſich darin ähnlich ſind, daß ſie vermittelſt des Feue
wirken, zeigen, daß die elaſtiſche Luft in die Zuſa
menſetzung der Körper, als ein Beſtandtheil und
gar als ein ziemlich beträchtlicher, eingeht. Zweif
noch jemand daran, ſo wird er wenigſtens eingeſteh
daß man aus allen bekannten Körpern vermittelſt d
Feuers einen Stoff ziehen kann, welcher, wenn
einmal abgeſchieden iſt, flüſſig und mit einer Elaſt
tät begabt iſt, durch Gewichte zuſammengepreßt w
den kann, ſich in der Kälte zuſammenzieht und in
W

Wärme oder bey einer Verringerung der zusammenpressenden Ursache ausdehnt. Nun kennen wir aber an dem, was wir, wenn es von seinen übrigen beygemischten Theilen geschieden ist, das Elastische der Luft nennen, keine andere Eigenschaften, als diese erwähnten. Man muß also zugeben, daß das Feuer wenigstens aus allen Körpern eine elastische Luft abscheidet. Eine solche Substanz war also auch in denselben befindlich gewesen, äußerte aber die Wirkungen der Luft nicht. Sobald sie von denselben getrennt ist und sich mit andern Theilen ihrer Art vereinigt, so erhält sie ihre ursprüngliche Beschaffenheit wieder und bleibt solche Luft, bis sie sich von neuem in ihren einzelnen Theilen wiederum mit nicht luftigen, sondern andern Theilen einer verschiedenen Art vereinigt, mit welchen sie in Ruhe bleiben, sich vereinigen, und auf einige Zeit einen einzigen Klumpen ausmachen kann, ohne inzwischen etwas von ihrer erstern Beschaffenheit zu verlieren; denn sie erscheint beständig einerley, sobald sie von den Banden, welche sie zurückhielten, befreyt und mit andern ähnlichen luftigen Theilen vereinigt ist. Sie ist also unter allen diesen verschiedenen Umständen unveränderlich; von einem Körper geschieden ist sie eine wahre Luft wie zuvor, und besitzt eine Neigung, sich mit andern Theilen zu verbinden, um von neuem einen solchen Körper wieder zu erzeugen, als sie eben verlassen hat. Keine Kunst zeigt diese Art von Zerlegung und Zusammensetzung deutlicher, als die Chemie. Ich könnte, fährt er fort, verschiedene Beyspiele davon anführen. Allein ich habe die sehr wohl ausgearbeitete Abhandlung mit vielem Nutzen gelesen und empfohlen, welche Stephan Hales vor zwey Jahren, unter dem Titel: Statik der Gewächse, herausgegeben hat; denn im sechsten Kapitel

dieſes Werks hat er die über dieſen Gegenſtand an ſtellten Verſuche mit vieler Mühe und Genauig zuſammen und in der möglichſt beſten Ordnung vor tragen, und dieſe Materie erſchöpft. Ich verweiſe n ne Leſer alſo dahin, wo ſie finden werden, wel Fortſchritte die Kunſt gemacht hat, uns die Na zu enthüllen.

Der berühmte Stahl, von deſſen Schriften nige ſpäter, als des Hales ſeine, herauskam ſcheint des letztern Verſuche von der Bindung Luft nicht gekannt zu haben. Denn noch im Ja 1731 in der Schrift: experimenta obſervationes animadverſiones CCC. §. 47. ſchrieb er: die ela ſche Ausdehnung iſt der Luft ſo weſentlich eigen, i man ſie nie als eine dichte Anhäufung, weder für ſi noch in irgend einer Verbindung mit andern Subſt zen, betrachten könne.

Die entzündlichen und ſchädlichen Schwaden t ren den Bergleuten ſchon längſt bekannt geweſen; lein es hatte noch niemand daran gedacht, ſie auf fangen, und Verſuche damit anzuſtellen. Lowthe ſcheint der erſte geweſen zu ſeyn, welcher dieß in A führung zu bringen ſuchte. Bey der Bearbeitu einer Steinkohlenmine drang nämlich zuerſt Wa und gleich darauf viele Luft durch das Waſſer mit nem Ziſchen hervor, welche von daran gehalten Lichte wiederholt entzündet ward, und mit einer bl lichen Flamme brannte. Man leitete ſie durch e angebrachte Zugröhre hinaus. Hielt man über ſelt ei

n) An account of the damp air in a Coal-Pit of Sir mes *Lowther* Bar. ſunk within 20 yards of the f communicated by him the Royal ſociety. Philoſ. Tr Vol. XXXVIII. (1733. 34.) N. 429. p. 109. ſqq.

einen Trichter, an welchem eine Blase gebunden war, so konnte diese in wenigen Sekunden mit der Luft angefüllt werden. Auf solche Art brachte man sie in zugebundenen Blasen nach England, wo sie Lowther durch Tobakspfeiffenröhre in die Flamme eines Lichts druckte; sie fieng Feuer und brannte am Ende der Röhre so lange, als er sie aus der Röhre heraus druckte, wenn er sie gleich vom Lichte wegnahm. Auch gelang dieser Versuch vor der königlichen Societät, nachdem die Luft beynahe einen Monat in der Blase aufbewahrt worden war. Uebrigens ließ sie sich nur durch Flamme entzünden.

Desaguliers o) gab sich Mühe, zu zeigen, daß einige Schwaden in Gruben bloß durch das Brennen der Lichter unter der Erde veranlaßt werden könnten, ohne daß ein schädlicher Dampf hinzukäme, selbst, wenn der Grund der Grube mit der äußern Luft in Gemeinschaft stände, wofern nur letztere nicht mit Gewalt hinein gedruckt würde. Er führt daher folgende Versuche an:

1. In einer an beyden Seiten offenen cylinderförmigen gläsernen Glocke, deren untere Oeffnung im Wasser befindlich, die obere aber mit einer Platte bedeckt ist, welche ein beynahe einen Zoll weites Loch hat, verlosch ein Licht in einer nicht vollen Minute.

2. Ward die Glocke ganz zugedeckt, so brannte das Licht beynahe eben so lange.

3. Blieb

o) An experiment to schew that some Damps in Mines &c. in Philos. Transact. Vol. XXXIX. (1735. 1736.) N. 442. p. 281. sqq.

3. Blieb das Loch im Deckel der Glocke offe
und war vermittelſt einer Röhre der äußern Lu
der Zugang zum Boden verſtattet, ſo brannte d
Licht nur ein wenig länger, als beym erſten Verſuch
und bließ man mit dem Munde in die Röhre, ſo v
loſch es noch eher.

4. Bließ man hingegen mit Blaſebälgen in d
Röhre, ſo brannte das Licht ſo lange, als man woll

Maud p) vermuthete, daß die Urſache der En
zündung der brennbaren Luft, mit welcher Lowth
Verſuche anſtellte, von einer großen Menge in i
ſchwebender ſchweflichter Dünſte herrühre; daher ka
er auf den Gedanken, durch Kunſt dieſelbe Lu
hervorzubringen. Er nahm nämlich zwey Quentche
Vitriolöl, das er mit acht Quentchen Waſſer ve
miſchte, brachte dieſe Miſchung in ein zehn Zoll we
tes und drey Zoll tiefes Glas mit einem flachen Bod
und langem Halſe, und ſchüttete zwey Quentchen E
ſenfeile hinein; es entſtand ſogleich eine ſtarke Erhi
zung mit einem heftigen Aufbrauſen, und Dämpfe ſti
gen empor. An der Oeffnung des Halſes am Gla
hatte er eine luftleere Blaſe befeſtigt, in welche d
Dämpfe vermittelſt eines Pfeiffenrohrs geleitet wu
den. Auf ſolche Art konnte man ſo viele Blaſen fü
len, als man wollte, ſo lange das Aufbrauſen daue
te. Zwey von dieſen Blaſen wurden vor der Geſel
ſchaft verſucht; ſie zeigten die nämlichen Erſcheinu
gen, wie Lowther's aufgefangene Luft, nur mi
dem Unterſchiede, daß erſtere eine andre Farbe in de
Flam

p) A chemical experiment, ſerving to illuſtrate the Phae
nomenon of the inflammable air ſhewn to the Roya
ſociety by Sir *James Lowther* in Philoſ. Tranſ. Vol
XXXIX. p. 282. ſqq.

Flamme zeigte, als letztere. Als er einen Theil aus der Blase herausgedruckt, und die Hand weggezogen hatte, entzündete sich auf einmal alle zurückgebliebene Luft mit einem starken Knalle, wie ein Pistolenschuß. Maud macht hiebey die Bemerkung: es sey merkwürdig, daß die Luft gleichsam von der Mischung erzeugt, oder sonst, da sie im Metall in einem unelastischen Zustande gebunden gewesen, wieder frey geworden wäre, und meint, dieser Versuch könne eine wahrscheinliche Ursache der Erdbeben, Vulkane und aller feurigen Ausbrüche der Erde, abgeben.

Duhamel q) hatte inzwischen verschiedene Beobachtungen beym Brennen des rohen und beym Löschen des lebendigen Kalks gemacht, welche hier angeführt zu werden verdienen, ob er gleich die wahre Ursache davon noch nicht anzugeben im Stande war. Er fand, daß der weiße Marmor ohngefähr ein Drittel von seinem Gewichte verlor, wenn er in einem sehr starken Feuer gebrannt ward, und gleichwohl war er, wie er aus dem Feuer kam, noch nicht durch und durch bis zum Mittelpunkte verkalkt, sondern in der Mitte blieb noch ein Kern. Der Kalkstein von Courcelles, welcher vorzüglich zum Bauen gebraucht wird, ist bey weitem nicht so schwer zu verkalken gewesen, und überhaupt schien die Calcination desto schneller und leichter von statten zu gehen, je mürber der Stein war. Die Steine von Courcelles verloren beym Brennen etwa 8 Unzen und 4 Quentchen vom Pfunde, d. i. ein wenig über die Hälfte von ihrem Gewichte. Wurden sie hierauf an die Luft gelegt, so bekamen sie Risse, zerfielen zu einem Pulver, und erhielten einen Theil des

q) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris, an. 1740.

des verlornen Gewichts nach und nach wieder, al
5½ Unzen fehlten doch aufs Pfund an demjenigen G
wicht, welches ſie vor der Calcination hatten.

Duhamels Verſuche über das Löſchen des
bendigen Kalks ſind dieſe: Er nahm 16 Unzen K
von Courcelles, löſchte ihn mit Waſſer bis er ſo dün
wie ein Brey war, und ließ ihn alsdann an der L
trocknen; er wog hierauf 26 Unzen, und hatte folgl
einen Zuwachs von 10 Unzen erhalten. Anhalten
Stubenwärme hatte das Gewicht dieſes Kalks
einer ziemlich beträchtlichen Zeit nicht merklich verr
gert. Viel größer war die Menge Waſſer, wel
der Marmorkalk einſaugte.

Duhamel hatte daſſelbe Waſſer, welches
in den Kalk hatte einziehen laſſen, durchs Feuer w
der zu verjagen geſucht, aber viele Schwierigkeit
dabey gefunden. Ob er gleich einen Schmelzofen hi
gebrauchte, in welchem das Feuer durch einen Bla
balg angeblaſen ward, ſo hat der Kalk doch allen
einen Zuwachs am Gewichte von 5½ Quentchen a
Pfund behalten, welches er vom zurückbleibenden W
ſer ableitete, das nicht hatte entbunden werden könn
Dieſer Kalk hatte alsdann die Beſchaffenheit des un
löſchten Kalks und zeigte alle Erſcheinungen deſſelb

Bey den Verbindungen des ungelöſchten Ka
mit den Mineralſäuren nahm er wahr, daß ein ſtar
und durchdringender Dampf entbunden ward, welc
die Silberauflöſung fällte, und dieſer Umſtand li
verbunden mit ſeinem Geruche, ihn vermuthen, d
er Salzgeiſt wäre.

Einige noch unvollſtändige Wahrnehmungen üb
die Stickluft haben die Herrn d'Arguier und v

Mengaud r) gemacht. Des erstern Abhandlung ist bereits im Jahr 1748 vorgelesen worden. Zwey Männer geriethen durch die Luft eines ausgetrockneten tiefen Brunnens in Lebensgefahr, kamen aber doch an der atmosphärischen Luft wieder zu sich, obgleich der eine eine halbe Stunde lang sich darin aufgehalten hatte; die Lichtflamme löschte sie aus, aber eine an der äußern Luft angezündete Raquete brannte darin; sie tödtete einen Hund und zwey Sperlinge, und ertheilte dem Wasser weder Geruch noch Geschmack; ein Kohlkopf verwelkte in ihr bald; Schießgewehr gieng in ihr nicht los; elektrische und magnetische Kraft litten in ihr keine Aenderung; der Dampf von brennendem Oele verbesserte sie in so weit, daß ein junger Hund über eine Stunde und ein kleiner Vogel sieben Minuten in ihr leben konnten; Menschen wurden immer in derselben betäubt und bange. D'Arguier leitet ihre Schädlichkeit vom Mangel der Elasticität her.

Herr von Mengaud hatte wahrgenommen, daß der Brunnen nach vier Tagen nicht feucht geworden war; daher schließt er, daß man seine Schädlichkeit nicht von den Wasserdünsten herleiten könne. Er bemerkt, daß Touzart aus 60 bis 80 Tropfen eines solchen Brunnenwassers 3 Unzen einer Säure erhielt, welche Gold in der Hand aufgelößt habe, ohne sie zu beschädigen.

Uebrigens wird noch angeführt, daß von Mengaud die Säure der Stickluft schon 1747 einiger Maaßen wahrgenommen habe.

Bigot

r) Histoire et memoires de l'Acad. roy. des sciences, inscriptions et belles lettres de Toulouse. T. I. à Toulouse 1782. 4. Götting. Anz. v. Jahr 1783. St. 3. S. 17-30.

Bigot de Morogues s) ſchrieb eine Abhan lung von der Verderbniß der Luft in Schiffen, wor einige hieher gehörige Betrachtungen enthalten ſin In der Einleitung, wo davon geredet wird, daß d Luft zur Erhaltung unſers Lebens nothwendig ſe äußert Morogues die Vermuthung, daß die S luft geſunder, als die Landluft ſey, und gründet ſei Meynung darauf, daß das Waſſer die ſchweflicht und mineraliſchen Ausdünſtungen, welche am ſchä lichſten ſeyen, einſauge. Daher müſſe die Luft üb der Oberfläche der Meere viel reiner, als irgend ei andere, ſeyn; ein bloßer leichter geſchmackloſer wäſ richter Damvf ſteige in die Höhe. Daß die Beſatzu gen der Schiffe auf weiten Reiſen gleichwohl ſo viel Krankheiten unterworfen wären, rühre daher, d ſolche Schiffe gleichſam ihren eigenen Dunſtkreis h ten und einen eigenen Grundſtoff der Verderbung d Luft enthielten, welche die Beſatzungen einathmete Seiner Meynung nach iſt die Luft auf dem Schi mit der äußern nicht gleich warm, ſcheine aber w mer zu ſeyn, als ſie es in der That wäre, weil wegen ihrer geringern Bewegung und der Anhäufu mit Dünſten dichter ſey, und daher die wärmere A dünſtung der Körper nicht ſo leicht verfliegen laſ ſie beſitze viele Aehnlichkeit mit der Luft in Grub und das ſchwache Licht der Lampen beweiſe, daß einen Theil ihrer Elaſticität verloren habe; daher ſie der Geſundheit der Menſchen außerordentlich ſch lich. Wenn die Luft zum Athmen tauglich ſeyn ſol ſo müſſe ſie natürlich dicht, kühl und in Bewegu ſeyn, und die Erfahrung lehre, daß eine mit grob

Di

s) Mémoire ſur la corruption de l'air dans les vaiſſe in Mémoir. de Mathemat. et de Phyſ., préſent. à l'Ac Roy. des ſcienc. T. I. à Paris. 1750.

Dünsten geschwängerte Luft dem Leben der Thiere schädlich sey, ja ihre eigenen Ausdünstungen wären im Stande, sie zu tödten. Er beruft sich auf die mit eingeschlossenen Thieren angestellten Erfahrungen, und scheint die dabey vorgehende Veränderung in dem Verluste der Elasticität und einer Verderbung zu setzen, welche von den Ausdünstungen der sich erhitzenden Lebensmittel, den Ausdünstungen der Thiere und ihres Mistes und den Verdunstungen und Unreinigkeiten der Menschen herrühre. Insbesondere aber werde sie durch das unten im Schiffe stehende und faulende Wasser verunreinigt, wie dieß mehrere Erscheinungen zeigten.

Die Ausdünstung der Besatzung sey beträchtlich; auf einer Fregatte von 30 Kanonen und 250 Mann könne man wenigstens annehmen, daß 100 Mann sich beständig im eingeschlossenen Raum befänden, von welchen sich in 24 Stunden 150 Pfund Ausdünstung mit der daselbst befindlichen Luft vermische. Rechne man alle übrige Ausdünstungen dazu, so könne man sie sicher auf 350 Pfund schätzen, welche einen Raum von 5 in Dünste ausgedehnten Cubikfußen Wassers einnähmen und in der eingeschlossenen Luft ohngefähr den 4ten Theil des Raums ausmachten. Schon hierdurch müsse die Luft viel von ihrer Elasticität verlieren; sie verliere aber noch mehr, indem sie von denselben Menschen beständig eingeathmet werde. – Hierauf berechnet Morogues nach Hales Versuchen, daß ein jeder Mann binnen 24 Stunden über 3 Cubikfuß sehr verdorbene Luft einathme, von welchen $\frac{2}{3}$ Fuß Dünste wären, welche, wie Wasser verdichtet, $\frac{5}{4}$ Cubikzoll ausmachen würden.

Venel t) hat in zwey eigenen Abhandlunge Unterſuchungen über die elaſtiſche Flüſſigkeit in de ſogenannten Sauerbrunnen angeſtellt. Seine Abſic gieng vorzüglich dahin, gegen die Meynung des Herr Hoffmann und Slare zu beweiſen, daß das Se terwaſſer und die meiſten Waſſer, welche man Saue brunnen zu nennen pflege, weder ſauer noch lauge ſalzig ſeyen; daß der ſtechende Geſchmack und d Blaſen, welche nach ihrer Oberfläche aufſteigen, un die Wirkung des Champagner Weins, Biers un Cyders nachahmen, nur von einer beträchtlichen Men elaſtiſcher Flüſſigkeit, oder mit dieſen Waſſern, un zwar im Stande einer Auflöſung, verbundener Lu herrühren. Venel hat es dahin gebracht, dieſe Lu durch bloßes Schütteln zu entbinden, in eine feuch Blaſe aufzufangen, und ihre Menge zu meſſe Sonſt mochte er ſich eines Mittels zur Erreichung di ſes Zweckes bedienen, welches er wollte, entweder d Luftpumpe, der Hitze, oder der Vorrichtung des Herr Hales, der Erfolg war doch beſtändig der nämlich und er hatte immer beobachtet, daß das Selterwaſſ ohngefähr $\frac{1}{5}$ ſeines Volumens an elaſtiſcher Flüſſigke enthielt.

Sobald er dem Selterwaſſer die Luft, welche im aufgelößten Zuſtande enthielt, entzogen hatte, beſaß es keine von den Eigenſchaften mehr, welche zu einem Sauerbrunnen machten; anſtatt des ſtechenden Geſchmacks ſpürte man nun einen ſtumpfen, braußte nicht mehr; kurz es war bloß ein gewöhnliches Waſſer, welches nach Venel noch etwas Kochſa enthält.

T

t) Mémoir. preſentés par les ſçavans etrangers. T. I p. 53. ſqq.

Da Venel erwiesen hatte, daß das Selterswasser seine Eigenschaften der Luft zu danken habe, so versuchte er auch, dergleichen Wasser zu verfertigen. Folgende Betrachtungen leiteten ihn auf dergleichen Versuche: Die Luft, sagt er, ist im Wasser auflößlich; das Beyspiel der brausenden Weine, selbst das des Selterwassers, dient zum Beweise; man muß aber diese Flüssigkeit zu gleicher Zeit als eine solche ansehen, welche eine nähere Verwandtschaft zu sich selbst als zu dem angewendeten Auflösungsmittel hat. Daraus folgt, daß dieß Auflösungsmittel nie Stärke genug besitzen wird, für sich allein die Anhäufung der Luft zu trennen, und daß diese Trennung ein Umstand ist, welcher der Auflösung vorher gehen muß. Dem Herrn Venel schien hiezu kein Mittel geschickter zu seyn, als die Salze selbst in dem Wasser, welches sie auflösen sollte, zusammenzusetzen; er konnte sich darauf verlassen, auf solche Art ein Brausen hervorzubringen, und mithin eine große Menge Luft zu entbinden. Da nun diese Luft in dem Zustande einer gänzlichen Zertrennung sich befand, so war sie gerade zur Auflösung am geschicktesten. Diese Meynung glaubte Venel durch folgenden Schluß als richtig annehmen zu dürfen. Nach ihm ist das Aufbrausen nichts anders, als eine wahre Fällung der Luft; zwey Körper erregen bey ihrer Vereinigung mit einander bloß darum ein Brausen, weil sie gegen einander eine nähere Verwandtschaft besitzen, als einer derselben oder beyde zusammen, gegen die Luft, womit sie verbunden waren. Es ist aber bekannt, daß bey sehr vielen chemischen Fällungen, wenn bey denselben sehr viel Wasser angewendet wird, und der Niederschlag im Wasser auflößlich ist, dieser in dem Maaße, als er gefällt wird, auch wieder aufgelößt wird; das

näm-

nämliche muß der Luft unter ähnlichen Umſtänden begegnen.

Nach allen dieſen Betrachtungen that Venel zwey Quentchen Sodeſalz und eben ſo viel Salzſäure in eine Pinte Waſſer. Hieben brauchte er die Vorſicht, die Verbindung der Stoffe nicht eher zu bewirken, bis die Flaſche zugeſtopft war. Durch dieſes Mittel gelang es ihm, ein Waſſer zu bereiten, welches dem Selterwaſſer nicht allein vollkommen ähnlich, ſondern noch viel ſtärker mit Luft geſchwängert war.

Dieſe Verſuche ließen noch eine ſehr ſonderbare Erſcheinung zu erklären übrig, welche ſeiner Meynung zu widerſprechen ſchien: Hoffman hatte nämlich angemerkt, daß die Töplitzer und Pfefferſer Waſſer in Deutſchland, wie viele andere geiſtige oder Sauerbrunnen, ganz und gar nichts Salziges enthielten; dieſe Waſſer waren alſo offenbar nicht durch die von Venel angewendeten Mittel luftig geworden, und es folgte hieraus offenbar, daß ſein Verfahren nicht das Verfahren der Natur war. Die Erklärung dieſer Erſcheinung war aber den Herren Cavendiſh und Prieſtley vorbehalten, wovon in der Folge.

Auch du Tour u) hat einige Unterſuchungen, welche hieher gehören, gemacht, die hier angeführt zu werden verdienen. Er ſetzt voraus, eine gegebene Menge Waſſer könne nur eine beſtimmte Menge Luft enthalten, und wenn ſie einmal mit Luft geſättigt ſey, nicht mehrere einſaugen. Wenn der Druck der Luft di

u) Expoſition d'une theorie ſur le renouvellement de l'ai dans l'eau, et ſur la deſunion des parties des matière ſolubles operée par les diſſolvans, in den Mémoir. pre ſent. T. II. 1755. p. 477. ſqq.

die Haupturſache der Vereinigung der Luft mit dem Waſſer wäre, ſo werde es bey der höchſten Stuffe deſſelben mit aller Luft geſchwängert werden, welche es nur enthalten könne; ſollte es alſo friſche aufzunehmen fähig werden, ſo müſſe ein Theil der in ihm befindlichen davon gehen, und ihr ſeinen Platz einräumen. Die im Waſſer vertheilte Luft entbinde man aber durch Verminderung des Drucks der Atmoſphäre vermittelſt der Luftpumpe, durch Erhitzen, durchs Gefrieren, und wenn man es durch ſehr enge Röhren fließen laſſe z. B. wenn man es durch Sand ſeihe. Die letzten drey Wege habe die Kunſt der Natur zu verdanken, und ſie wären dem erſtern in einem hohen Grade vorzuziehen; indeſſen ſey der Druck der Atmoſphäre doch auch beträchtlichen und immerwährenden Abänderungen unterworfen, und vielleicht nehme er zuweilen ſo ſehr ab, daß die Luft, zu deren Zurückhaltung er zum Theil beytrage, ſich losmachen könne. Sobald nun Waſſer durch eine der angeführten Urſachen einen Theil der in ihm enthaltenen Luft verloren habe, ſo ſey es wieder im Stande, neue einzuſaugen, wenn die Urſache aufhöre, welche ſie ihm entzogen habe, und da ſolche Urſachen, wenigſtens die drey erſten, zufällig, vorübergehend und öftern Abwechſelungen der Zu- und Abnahme unterworfen wären, ſo müſſe ſich auch faſt immer Gelegenheit zur Erneuerung der Luft im Waſſer finden.

Hierauf erörtert du Tour die Wirkungen der Wärme und Kälte. Bey den äußerſten Stufen derſelben entweiche die Luft ſichtbarlich in Blaſen aus dem Waſſer. Dieß müſſe alſo auch bey ſchwächern Stuffen, jedoch nicht ſo merkbar, erfolgen. Zwiſchen den beyden äußern Stufen der Hitze und Kälte, von der

Mitte

Mitte aus, gehen alſo Stufen von abnehmender Unwirkſamkeit, die Luft aus dem Waſſer zu entbinden, in Stufen zunehmender Wirkſamkeit nach denſelben über. Eine gewiſſe Stufe der Hitze oder Kälte ertheile dem Waſſer nur eine verhältnißmäßige Menge Luft, und habe es vorher mehrere, oder wenigere, enthalten, ſo werde es im erſtern Falle den Ueberſchuß verlieren, und im letztern der noch fehlende Theil ſich damit verbinden.

Hierauf ſucht du Tour zu zeigen, daß das Aufſteigen der Luftblaſen bey der Erwärmung des Waſſers und bey der Verdünnung der umgebenden Luft unter der Glocke der Luftpumpe an Geſchwindigkeit und Größe der entbundenen Menge entſpreche, und daß bey den Wirkungen der Kälte die ermangelnde Ausdehnung durch die verſtärkte Elaſticität erſetzt werde. Eine ſolche entbundene Luft, fährt du Tour fort, habe nunmehr eine ganz andere Beſchaffenheit, als zuvor; ſie habe ihre Ausdehnbarkeit wieder erhalten, deren ſie vorher ganz, oder beynahe ganz, beraubt geweſen ſey, und einen Platz verlaſſen, woſelbſt ſie ſich nicht ausdehnen konnte.

Hierauf erinnert du Tour, daß man denken ſollte, bey einem Verluſte der Luft würde ſolche zuerſt aus den obern Lagen des Waſſers weggehen, indeſſen erfolge das Gegentheil, und, die wenigen Blaſen abgerechnet, welche von den Seiten aufſteigen, kommen die meiſten vom Boden herauf; dieß ſey beym Sieden nicht ſo befremdend, als unter der Luftpumpe. Dieſe Erſcheinung laſſe ſich vielleicht ſo erklären, daß die Lufttheilchen der untern Lage nicht von allen Seiten mit Waſſer umgeben ſeyen, ſondern, da ein Theil derſelben den Boden unmittelbar berühre, ſolcher trocke-

un

und daher zur Ausdehnung geneigter sey, als die übrigen, welche ganz mit Wasser begrenzt wären; bey ihrem Aufsteigen komme die Reihe an andere u. s. f. Diese Erklärung gebraucht du Tour auch bey der Entstehung der Blasen an den Seitenwänden des Gefäßes.

Beym Eintritte hingegen, sagt du Tour, werden die obern Lagen zuerst mit Luft versehen, und bey abermaligem Entweichen, wenn anders das Wasser ruhig gestanden habe, die ältern nach dem Boden hin in Gestalt der Blasen wieder abgeschieden, welche hernach, wie zuvor, in die Höhe steigen.

Du Tour schließt hieraus, daß sowohl die Beraubung der Luft, als die Schwängerung mit derselben, mehrere Zeit erfordern werden, je höher das Wasser stehe, und je kleiner seine Oberfläche sey; er geht sodann zu den Untersuchungen der Herren Mariotte und Nollet über die zur Sättigung des Wassers mit Luft erforderliche Zeit über, und wählt an den bey Auflösungen zu erwägenden Umständen die Wirkung des Auflösungsmittels zum weitern Gegenstande seiner Abhandlung, da solches bey seiner Eindringung in die Zwischenräume eines Körpers den Zusammenhang der Theile desselben aufhebt und sie von einander trennt. Er wählt das Sprengen der Felsen durchs Aufquellen in die Spalten getriebener hölzerner Keile zum Gegenstande seiner Untersuchung. Das Wasser, sagt er, könne hier nicht allein zureichen, sondern man müsse auch auf die Luft rechnen, welche theils im Holze befindlich sey, theils mit dem Wasser hinzugeführt werde. Diese entbinde sich plötzlich, indem zum Theil das Wasser in den engen Zwischenräumen des Holzes einen großen Theil seiner Luft fahren lasse, welche aus-

gen-

genblicklich ihre vorige Ausdehnbarkeit wieder erhalte, zum Theil aber auch die im Waſſer enthaltenen Luft-theilchen durch die Feuertheilchen im Holze zur Abſonderung vom Waſſer, oder wenigſtens zur Ausdehnung bis auf einen gewiſſen Grad, geſchickt gemacht werden. Die große Gewalt, welche dieſe Luftheile im Augenblicke ihrer Entbindung vom Waſſer zu äußern vermögen, laſſe ſich aus den Erfolgen des Gefrierens abnehmen, wozu er ein Paar eigene Verſuche hinzuſetzt, welche beweiſen, daß durch Sand geſeihetes Waſſer einige Luft verloren hatte, da hingegen Verſuche mit naſſen Papierſtreifen und Saiten keine merkliche Verſchiedenheit in der Verlängerung derſelben durch gewöhnliches und von Luft leeres Waſſer zeigten.

Du Tour wendet dieſes auf die Wirkung der Auflöſungsmittel an, und betrachtet ſolche als Stoffe, welche Luft in einem zuſammengepreßten Zuſtande enthalten, und in die Zwiſchenräume eines Körpers ſich begeben könnten, welcher den Auflöſungsmitteln den Durchgang verſtatte, da alsdenn dieſe Luft bey dem Daſeyn einer Urſache, welche ihr die Ausdehnbarkeit wiedergebe, mit einer Kraft verbunden werde, welche die ſie einſchließenden Bande zertrennen könne.

Du Tour ſuchte durch Verſuche zu erforſchen, ob das Waſſer etwas von ſeiner Auflöſungskraft verliere, wenn es von Luft gereinigt werde. Er fand, daß das Eiſen in dem von Luft gereinigten Waſſer gar nicht roſte, da es dagegen in anderen ſehr bald vom Waſſer angegriffen ward, welches auch in erſterm geſchah, ſobald Luft dazu gelaſſen ward. Er ſchloß hieraus auf die Nothwendigkeit des Beytritts der Luft zur Auflöſung des Eiſens im Waſſer.

Er

Er füllte zwey Flaschen mit Wasser, worin eiserne Nägel gelegt waren, und auf welches er Oel gegossen hatte. Die eine ward unter der Glocke der Luftpumpe von Luft gereinigt, und hernach offen hingestellt. In der andern rostete der Nagel eher; jedoch in einem Gefäße, wo das Wasser nicht mit Oel bedeckt war, viel geschwinder.

Auch versuchte du Tour, ob einige Zeit im Dunkeln aufbewahrtes Wasser weniger zur Auflösung des Eisens geschickt seyn würde; er erhielt aber nur zweifelhafte Resultate.

Noch fand du Tour bey angestellten Versuchen mit Kupferblechen, daß der Mangel der Luft der Erzeugung des Grünspans nachtheilig war.

Zucker, Vitriolöl, Meersalz u. s. w. schien ausgepumptes Wasser eben so schnell aufzulösen, als mit Luft gesättigtes. Du Tour erklärt dieß aus dem schwächern Zusammenhange der Theile der Salze in Vergleichung mit dem Eisen und Kupfer.

Marcorelle x) giebt einige Beobachtungen von einer besondern Stickluft, welche im Jahr 1750 bey der tiefern Grabung eines Brunnens empor stieg. Es hatte nämlich ein Einwohner daselbst einen Brunnen, dem es oft an Wasser mangelte. Da nun derselbe bey einer Austrocknung am 29ten May tiefer zu graben angefangen wurde, so verlosch gegen Mittag während der Arbeit das Licht in selbigem plötzlich. Man holte wieder ein brennendes Licht, welches abermals

x) Observation sur un mephitis in Mémoir. presentés T. II. p. 614.

mals auslöſchte; man ſtellte es in eine Laterne, aber auch dieß half nichts. Selbſt glühende Kohlen, die man in den Brunnen brachte, hörten zu glimmen ſchnell auf, ſobald ſie etwa 23 Fuß über dem Boden deſſelben ſich befanden. Keiner von den Arbeitern, welche im Brunnen waren, ward mit der geringſten Erſtickung befallen, man bemerkte bloß, daß ihre Wäſche ſchwarz geworden war. Die nämlichen Erfolge fanden noch am 31ten Vormittags ſtatt; am Nachmittage aber brannte ein Licht ungehindert bis zum 3ten Juni fort, doch bemerkte man am Ende jedes Tages, nachdem ſie tiefer in dem Tuffſteine gegraben hatten, daß ein ziemlich dicker Dampf aufſtieg; in dieſem Dampfe verloſch das Licht, und die Leinwand nebſt den Kleidern wurden in demſelben ſchwarz. Als am 4ten Juni Waſſer genug in den Brunnen gekommen war, hörte man auf zu arbeiten, und bemerkte keinen beſondern Erfolg mehr.

Das Merkwürdige bey dieſer Stickluft war dieß, daß ſie den Arbeitern keine Beſchwerde, ſelbſt beym Athemholen, verurſachte, ob ſie gleich ihre Wäſche und Kleider ſchwarz färbte und die Lichter verlöſchte.

Eine ähnliche Luft hat Prieſtley in der Folge aus Brunnenwaſſer erhalten.

D. Black y) in Edinburgh fand, daß die Bitterſalzerde, die Kalkerde, und überhaupt alle Erden, welche durchs Verkalken zu lebendigem Kalke werden, eine

y) Experiments upon Magneſia alba, and ſome other alcaline ſubſtances, in Eſſ. and obſerv. read before a ſociety in Edinb. Vol. II. p. 157. ſqq. Joſeph Blacks Verſuche mit der Magneſia alba, ungelöſchtem Kalk und andern Alkalien, in Neue Edinb. Verſ. B. II. S. 172. ff.

eine Menge Luft entbinden, welcher er den Nahmen fixer Luft gab. Hierunter versteht er eine von der gemeinen elastischen verschiedene und in der Atmosphäre verbreitete Luftart. Er bemerkt, daß er die Benennung vielleicht nicht passend anwende, er wolle sich aber doch lieber eines in der Naturlehre schon bekannten Worts bedienen, als ein neues erfinden, ehe er von der Beschaffenheit und den Eigenschaften des Stoffes, welchen es bezeichne, völlig unterrichtet wäre.

Nach Black's Versuchen läßt sich die fixe Luft auf zweyerley Weise, nämlich entweder durch die Gewalt des Feuers, oder durch die Auflösung in Säuren von der Kalkerde austreiben. Im erstern Falle verliert die Kalkerde über die Hälfte von ihrem Gewichte; der Rückstand ist bloß eine von aller Luft beraubte Erde, welche daher nicht mehr mit Säuren brauset. Der lebendige Kalk hat seine ätzende Kraft nach Black nur von seiner starken Neigung zur Luft, deren er durch die Calcination beraubt ist; daher saugt er auch, wenn man ihn an einen thierischen oder vegetabilischen Stoff bringt, mit großer Begierde die in demselben enthaltene Luft ein, zerlegt ihn, und diese Zerlegung wird uneigentlich brennen oder ätzen genannt.

Die Eigenschaft des Kalks, verschiedenen Körpern die Luft zu entziehen, giebt ein Mittel, den fixen und flüchtigen Laugensalzen seine ätzende Kraft mitzutheilen. Bringt man eine gewisse Menge Kalk in eine Lauge von fixem Laugensalze, so bemächtigt er sich aller in dem Laugensalze enthaltenen fixen Luft, verliert zu gleicher Zeit alle Eigenschaften, welche ihn zum Kalke machten, und erhält die Eigenschaft wieder, mit Säuren zu brausen; er ist mit einem Worte gewöhnlicher Kalk. Im Gegentheil brauset das seiner

Luft beraubte fixe Laugenſalz nicht mehr mit Säuren, läßt ſich nicht mehr zum Anſchießen bringen, iſt ätzend geworden und liefert durch Eintrocknen den Aetzſtein.

Daſſelbe erfährt das flüchtige Laugenſalz. Wenn man Salmiak mit Kreide deſtillirt, ſo erhält man ein trockenes flüchtiges Laugenſalz, welches mit Säuren brauſet; wendet man aber ſtatt der Kreide lebendigen Kalk dazu an, ſo findet man das flüchtige Laugenſalz in dem Maaße, wie es entbunden wird, durch den Kalk ſeiner Luft beraubt; es wird zu einer Flüſſigkeit, und iſt ein ätzendes flüchtiges Laugenſalz, das mit Säuren nicht brauſet, und ſich nicht zum Anſchießen bringen läßt.

Ein zweytes Mittel, der Kalkerde die fixe Luft zu entziehen, beſteht darin, daß man ſie mit Säuren in Verbindung bringt. Läßt man Kalkſteine oder Kreide in einer beliebigen Säure auf, ſo bemerkt man ein ſtarkes Brauſen, oder, welches einerley iſt, eine beträchtliche Entbindung fixer Luft; die Erde, welche eine ſtärkere Verwandtſchaft zur Säure, als zur fixen Luft hat, läßt die letztere fahren, welche alsdenn ihrer Elaſticität wegen entweicht, und ſich mit der atmoſphäriſchen Luft vermiſcht. Schlägt man hierauf die Erde aus dieſer Auflöſung nieder, ſo kann man ſie nach Belieben in der Geſtalt der Kreide oder des Kalks erhalten; Kreide iſt ſie, wenn man ſie mit einem gewöhnlichen Laugenſalze fällt, Kalk hingegen, wenn man ſie durch ein ätzendes d. i. der Luft beraubtes Laugenſalz niederſchlägt. Das Merkwürdigſte hiebey iſt dieß, daß der Kalkſtein nach Black bey dieſem Verſuche beinahe eben ſo viel an ſeinem Gewichte verliert, als beym Calciniren, und ſein voriges Gewicht wieder erhält,

erhält, wenn man ihn in der Gestalt der Kalkerde, d. i. mit aller seiner Luft versehen, niederschlägt.

Black erklärt aus eben diesem Grunde, warum der Kalk nicht ganz und gar im Wasser auflößlich sey und warum der aufgelößte Theil so leicht zu einem im Wasser unauflößlichen und unter dem Nahmen des Kalkrahms bekannten Häutchen werde. Nach seiner Meynung haben die Kalkerden eine stärkere Verwandtschaft zur Luft, als zum Wasser; daraus folgt, daß, wenn man Kalk ins Wasser bringt, ein Theil desselben dem Wasser die fixe Luft, welche es enthielt, entziehen, und unter der Gestalt einer Kalkerde niederfallen muß; zu gleicher Zeit wird aber ein anderer Antheil desselben Kalks, welcher keine fixe Luft zu seiner Sättigung hat finden können, vom Wasser aufgelößt, und giebt Kalkwasser. Stellt man dieses Wasser nachher an die Luft, so saugen die nahe an der Oberfläche befindlichen Kalktheilchen die in der Atmosphäre schwebende fixe Luft ein, werden wieder unauflößlich und sammeln sich auf der Oberfläche zu einem unauflößlichen Häutchen an, welches keine Eigenschaften des lebendigen Kalks mehr besitzt, und von dem gewöhnlichen Kalke nicht mehr verschieden ist. Die Wahrheit dieser Theorie wird dadurch bewiesen, daß man die Wiederherstellung des Kalks zur Kalkerde verhütet, wenn man das Kalkwasser in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt, in welchen es von keiner umgebenden Luft berührt werden kann.

Ferner hat Black wahrgenommen, daß die Magnesia die Eigenschaft, das Kalkwasser zu mildern, besitzt; woraus folgt, daß die fixe Luft eine größere Verwandtschaft zu der gewöhnlichen Kalkerde, als zu der Magnesia hat. Endlich schließt Black aus

allen ſeinen Verſuchen, daß man in der Verwandtſchaftstafel des Herrn Geoffroy folgende Veränderungen machen, und eine neue Stufenleiter zu derſelben hinzufügen könne, wenn man die laugenſalzigen Stoffe folgender Maaßen, und in ihrem reinen und luftfreyen Zuſtande betrachte:

Säuren	fixe Luft
Fixes Laugenſalz	Kalkerde
Kalkerde	Fixes Laugenſalz
Flüchtiges Laugenſalz	Bitterſalzerde
und Bitterſalzerde	Flüchtiges Laugenſalz.

Uebrigens vermuthete Black, daß die in den flüchtigen Laugenſalzen enthaltene fixe Luft ſich mit den Metallen auf dem naſſen Wege bey den metalliſchen Niederſchlägen vereinige, und daß man dieſer Urſache den Zuwachs derſelben am Gewichte, und vielleicht ſogar die erſtaunlichen Wirkungen des Knallgoldes zuſchreiben müßte.

Um dieſe Zeit, da Black in England ſeine Theorie bekannt machte, beſchäftigte ſich der Graf von Saluces [z]) zu Turin mit wichtigen Unterſuchungen über die elaſtiſche Flüſſigkeit, welche vom Schießpulver bey der Entzündung deſſelben entbunden wird. Er hatte gefunden, daß dieſe elaſtiſche Flüſſigkeit in ihrem freyen Zuſtande einen 200mal ſo großen Raum einnahm, als das Pulver, aus welchem ſie entbunden war. Eine zahlreiche Reihe von Verſuchen hatte ihm gelehrt, daß dieſe Flüſſigkeit eine Elaſticität beſaß, wie die atmoſphäriſche Luft; daß ſie ſich, wie dieſe, nach Verhältniß des Gewichts, das auf ſie druckte, zuſammenpreſſen ließ, jedoch darin verſchieden war, daß ſie die Flamme von den Kerzen entfernte, und

z) Miſcellan. Taurinenſ. T. I et II.

und den Thieren, welche sie einathmeten, tödtlich war. Er hatte diese Luft durch stark mit zerflossenem fixen Laugensalze getränkte Leinwand oder Flor zu seihen versucht; an diese Seihezeuge war einiger weniger kohliger Stoff vom fixen Laugensalze und einige Spuren vom vitriollsirten Weinsteine sitzen geblieben; die Luft hatte durch dieses Mittel alle nachtheilige Eigenschaften verloren und schien von der gewöhnlichen atmosphärischen Luft nicht mehr verschieden zu seyn.

Ein anderes von Saluces gebrauchtes Mittel, der aus dem Schießpulver entbundenen Luft alle Eigenschaften der gewöhnlichen Luft wieder zu ertheilen, besteht darin, daß man sie 12 Stunden hindurch in der Kälte des gefrierenden Wassers erhält. Er versichert, denselben Versuch mit einer durchs Brausen einer Säure mit einer laugensalzigen Substanz entbundenen Luft wiederholt und dasselbe Resultat erhalten zu haben.

Außer diesen Versuchen, welche wesentlich den Gegenstand angehen, womit sich der Graf von Saluces beschäftigte, enthalten seine Abhandlungen noch viele andere, welche über die Lehre von der Verbindung der Luft in den Körpern Licht zu verbreiten geschickt sind. Er bemerkt, daß die durchs Brausen entbundene Luft die Flamme mehrentheils auslöscht; daß die durch die Verbindung des Laugensalzes mit dem Essig entbundene eine Ausnahme von dieser allgemeinen Regel mache; daß die Salpetersäure bey der Verbindung mit dem fixen Laugensalze im leeren Raume keine Luft erzeugt; daß die Verbindung größtentheils zerfließend bleibt, so lange man sie im leeren Raume hält, aber bald anschießt, wenn sie einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist.

Ferner bemerkt von Saluces, daß das Pulver in einer Luft, von welcher Beſchaffenheit ſie auch ſeyn möge, verpuffe, man möge in derſelben haben Schwefel brennen oder Kerzen verlöſchen laſſen, oder ſie durchs Verpuffen aus einem andern Theile Schießpulver entbunden haben. Hierauf zeigt er, daß die Erſcheinungen des Knallpulvers mit denen des Schießpulvers einerley ſind, und von der Entbindung der nämlichen elaſtiſchen Flüſſigkeit herrühren. Dabey iſt aber merkwürdig, daß die Menge Luft, welche vom Knallpulver entbunden wird, viel geringer iſt, als diejenige, welche vom Schießpulver entbunden wird, woraus von Saluces ſchließt, daß die Beſchaffenheit der Erfolge nicht ſo ſehr der Menge der entbundenen Flüſſigkeit, als der ſchnellen Entwickelung derſelben entſpreche. Uebrigens glaubt der Graf von Saluces, daß die aus den Körpern entbundene Luft von ein und der nämlichen Art ſey.

Thomas Laghi a) hat verſchiedene Beobachtungen mit eingeſchloſſener Luft gemacht, in welcher Thiere athmen. Er nimmt als bekannt an, daß diejenige Luft, in welcher kein Licht brenne, auch allen Thieren tödtlich ſey, wie die natürlichen und künſtlichen erſtickenden Dünſte lehren; nach ſeiner Meynung war noch zu unterſuchen übrig, ob ein Thier in eingeſchloſſener Luft, in welcher eine Lichtflamme verlöſche, auch ſo bald getödtet werden würde, wie durch die erſtickenden Dünſte, indem die Flamme die eingeſchloſſene Luft ſo ſehr verderbe, daß ſie daher dem Athmen der Thiere eben ſo ſchädlich, wie der Flamme, werden müßte.

Laghi

a) Opuſc. de animalium in aëre intercluſorum interitu in Comment. Bonon. T. IV. 1757. p. 80. ſqq.

Laghi wiederholte daher den Versuch des Hales, und fand ebenfalls, daß die Flamme einer Kerze bald unter einer Glocke verlosch, und das Aufsteigen des Wassers eine nicht geringe Abnahme der Elasticität bewieß.

Er erdachte nun eine Vorrichtung, Thiere in einer mit den Dünsten brennender Lichter verunreinigten Luft einzuschließen, und bediente sich dazu eines walzenförmigen Glases, in dessen untern zwey Drittheilen das Licht brannte, welchen Raum eine bleyerne Platte abschnitt, auf welcher das Thier saß. In der Platte war eine Oeffnung, durch welche das Thier, nachdem die Flamme verloschen war, auf einmal der Wirkung der eingeschlossenen Luft ausgesetzt werden konnte. Die Versuche zeigten, daß einerley Vögel in einem gleichen Raume solcher Luft, in welcher ein Licht verloschen war, eher starben, als in anderer eingeschlossener, wobey das Fallen des Barometers auch die verminderte Elasticität dieser Luft anzeigte. Als Laghi mehrere Wachs- und Talglichter so brennen und verlöschen ließ, erfolgte der Tod verschiedener Thiere schneller, so wie auch das Sinken des Queckſilbers stärker und geschwinder, aber nicht allemal übereinstimmend.

Bey der Oeffnung fanden sich gleiche Anzeigen der Ursache des Todes, so wie beym Sterben die Zufälle übereinstimmend gewesen waren. Die Ursache des Todes schien unbezweifelt in der Lunge zu liegen. Um nun zu erfahren, was das Athmen der Thiere behindert hätte, stellte Laghi noch andere Versuche mit Gewächsen an, um die Wirkung ihrer Ausdünstung kennen zu lernen. Der Unterschied, daß von gleich großen Tauben und Katzen unter einerley Ge-

faßen eine auf einem friſch abgeſchnittenen Stücke eines Baumſtamms ſtand, war veränderlich. Wohlriechende Gewächſe, Majoran, Thymian, Rosmarin, Baſilicum, mit eingeſchloſſen tödteten kleine Vögel eher, wobey das Baſilicum, und hiernächſt der Thymian, ſtärkere Zuckungen bewirkten. Geruchloſe giftige Gewächſe hingegen, z. B. Aconitum Napellus L. u. ſ. beſchleunigten ihren Tod nicht. Andere ſtark riechende Subſtanzen, Biſam, Bibergeil, Kampher, Amber, ſtinkender Aſand, Benzoeblumen u. ſ. f. beförderten den Tod ebenfalls mehr oder weniger, doch der Biſam und Kampher am ſchnellſten. Das Sinken des Queckſilbers war hiebey ungleich. Auch die Lichter verloſchen in einer mit ſolchen Gerüchen erfüllten Luft eher, als in der gewöhnlichen atmoſphäriſchen, welches Laghi einer zu ſtarken Schwächung der Elaſticität der Luft durch ſolche Gerüche zuſchreibt. Um nun dieſe zu beſtimmen, bediente er ſich des Muſſchenbroek'ſchen Elaterometers, und fand, daß das Queckſilber allezeit Eine oder ein Paar Linien niedriger in der Röhre ſtand, wenn ſolche Gerüche in die Phiole gebracht waren.

Zur Prüfung des angenommenen Satzes, daß alle Thiere in einer mit ſtärkerer Elaſticität verſehenen Luft länger lebten, als in einer weniger elaſtiſchen, verſuchte Laghi ferner, was die Verſtärkung der Elaſticität der eingeſchloſſenen Luft durch die Wärme vermochte; zu dem Ende ſtellte er das Gefäß, worin die Luft und ein Sperling eingeſchloſſen waren, in Waſſer, welches eine Wärme von 10 Grad nach Reaum. hatte, da ſodann der Sperling beym offenen Hahne, womit das Gefäß verſehen war, keine Stunde, beym verſchloſſenen Hahne aber 73 Minuten lebte, wor-

woraus Laghi schließt, daß die Elasticität der Luft sehr viel zur Erhaltung des Lebens der Thiere beytrage.

Endlich brachte Laghi einen dritten Sperling in ein Gefäß, über welches er eine Schweinsblase band, trieb sodann durch Zusammendruckung der Blase die Luft in das Gefäß hinein, und suchte durch abwechselndes Drucken und Nachlassen der Blase die eingeschlossene Luft in steter Bewegung zu erhalten; der Sperling starb erst nach einer Stunde und 24 Minuten, und schien daher am längsten zu leben.

Aus diesen Versuchen zieht Laghi folgende Schlüsse:

1. Der in der Luft befindliche verborgene Grundstoff, welcher die Flamme nährt, sey entweder nicht der nämliche, welcher das Leben der Thiere erhält, oder, wenn es auch derselbe wäre, was ihm aber unwahrscheinlich zu seyn dünkt, so erfordere die Flamme von demselben doch weit mehr, als die Thiere, weil die zur Nahrung der Flamme untauglich gewordene Luft noch verschiedene Stunden hindurch zur Erhaltung der Thiere geschickt gewesen sey.

2. Da die in der natürlichen oder vorher mit Dünsten der Lichtflamme angesteckten Luft verstorbenen Vögelchen nur mit einem schweren Athem befallen worden wären, so sey kein hinreichender Grund vorhanden, anzunehmen, daß hier erstickende Dünste erzeugt würden, welche sie tödteten; auch bewirke die mit eingeschlossene Flamme keine weitere Beschwerde, als daß sie die Beklemmung vermehre und den Tod beschleunige. Die erstickenden Dünste hingegen griffen die Nerven an, und hiebey gestehe er ein, daß die Kraft der Gerüche derselben weniger verschieden wirke,

wie-

wiewohl dieſe nicht allein die Urſache des Todes wären. Da ferner ein eingeſchloſſenes Thier beym Sterben die Elaſticität der Luft nicht ſtärker ſchwäche, als die Lichtflamme, in letzterer aber ein friſches Thier nicht gleich ſterbe, ſo könne man den Tod deſſelben noch nicht zuverläſſig der verminderten Elaſticität der Luft zuſchreiben.

3. Mache das Thier an und vor ſich die Luft zum Einathmen nicht untauglich, ſondern ſie müſſe durch das öftere Ein- und Ausathmen in ihrer natürlichen Beſchaffenheit eine Aenderung erleiden, oder es müſſe ein ihr beygemiſchter Theil, welcher gleichſam als eine höchſt reine Nahrung von dem Thiere aufgezehrt werde, abgeſondert, und die noch rückſtändige Luft zur Unterhaltung des Lebens ungeſchickt werden. Dieß trägt jedoch Lagbi nur zweifelhaft vor, und ſtimmt

4. denjenigen bey, welche gelehrt haben, daß bey der Fäulniß des Fleiſches neue Luft erzeugt und entbunden werde, indem er beobachtet habe, daß das Queckſilber im Barometer nach dem Tode der Thiere geſtiegen ſey, obgleich kein Eindringen der umgebenden Luft durch irgend eine Spalte zu vermuthen geweſen wäre.

Le Roi [b]) hat in einer Abhandlung verſchiedene Beobachtungen über die in den Mineralwaſſern enthaltene Luft gemacht, welche hier einiger Erwähnung verdienen. In einer kurzen Einleitung vergleicht er den

b) De aquarum mineralium natura et uſu, propoſitiones praelectionibus academicis accommodatae. Montp. 1756. 4. in Melanges de phyſique et de medicine. à Paris. 1772. 8. *Rozier* obſerv. ſur la phyſique. T. V. P. I. Mars 1772. p. 49.

den stechenden Geschmack der Sauerbrunnen mit dem der brausenden Trauben- und Apfelweine, und äußert die Vermuthung, daß beym Fortschritte chemischer Kenntnisse die künstlichen Mineralwasser in einigen Jahren den natürlichen vorgezogen werden möchten. In dem ersten Kapitel handelt le Roi von den salzigen Mineralwassern, zu deren Bestandtheilen hier auch ein elastischer Geist, oder vielmehr eine sehr häufige Luft gerechnet wird; die Wasser, welche solche enthalten, seyen im Ganzen kalt, jedoch die heißen Wasser zu Mont d'Or und Vichy auch mit Luft geschwängert, von welcher auch die Wasser zu Balarue ein wenig enthalten. Solche Wasser erkenne man leicht an dem gelinden Geräusche bey der Quelle, welches augenscheinlich von Wassertropfen herrühre, welche von der überflüssigen Luft beym Aufsteigen in die Höhe geworfen würden, imgleichen an ihrem stechenden Geschmacke, der mit der Luft verloren gehe, die man durchs Schütteln des Wassers in einer halb oder $\frac{2}{3}$ damit gefüllten Flasche absondern könne, und, wenn man den Daumen auf die Oeffnung gehalten habe, nach Wegnahme desselben mit einem Zischen herausfahren höre. Man habe mit Unrecht geglaubt, daß eine flüchtige Schwefelsäure mit derselben verbunden sey, zu welcher viel eher der schädliche Dampf gehören könne, welcher bey der Quelle einiger geistigen Wasser, z. B. des Pyrmonter, des zu Gabian und Beziers, aufsteige, gleiche Wirkungen, wie die bekannte Hundsgrotte, äußere, und nach Seips richtiger Bemerkung mit dem elastischen Bestandtheile oder Geiste der Mineralwasser nichts gemein habe. Es enthalten also die geistigen Mineralwasser außer der Luft, welche man in allen gewöhnlichen Wassern finde, noch eine überflüssige elastische Luft; jene könne nur vermittelst der Luftpum-

pumpe ausgetrieben werden, dieſe aber entweiche bey einigem Schütteln in gelinder Wärme an freyer Luft ſehr leicht. Es müßten daher ſolche Waſſer des Morgens geſchöpft, ſorgfältig verwahrt, und bey warmen Tagen des Nachts verfahren werden; indeſſen verlören ſie doch nach Verhältniß der Entfernung des Ortes und der Zeit ihrer Aufbewahrung. Einige beſäßen ſo viele Luft, daß ſie vor dem Verſtopfen ein wenig an der Luft ſtehen müßten, wenn ſie nicht die Flaſchen zerſprengen ſollten. Solche Mineralwaſſer ſeyen ſehr gemein; ſalzige aber haben ſelten dieſe Eigenſchaft in einem hohen Grade, das Selterwaſſer, das zu St. Martin de Fenouilla und das von Hoffmann beſchriebene Antonſche ausgenommen. Säuren entbinden oder fällen die in ſalzigen Waſſern enthaltene überflüſſige Luft, und erregen ein ſtärkeres oder ſchwächeres Brauſen, nachdem ſelbige ſtärker oder ſchwächer mit derſelben geſchwängert ſind. Dieß Brauſen beweiſe alſo nicht die Gegenwart eines Laugenſalzes, und man dürfe nicht mit Hoffmann zu ſolchem ſeine Zuflucht nehmen, um gedachtes Brauſen zu erklären. Nach dem lebhaften und ſtechenden Geſchmacke der geiſtigen Waſſer zu urtheilen ſcheine die in ihnen enthaltene überflüſſige Luft bey der Schätzung ihrer Kräfte und Mängel mit in Rechnung gebracht werden zu müſſen; ſolche Waſſer berauſchten mehr als andere, und bewirkten eine Art von Trunkenheit und Neigung zum Schlafe, auch vermehrten ſie bisweilen die Beſchwerden der mit Blähungen behafteten Perſonen. Die brauſenden Trauben- und Apfelweine entſtünden durch die Zurückhaltung eines Theils der ſehr häufigen und überflüſſigen Luft, welche beym Gähren von ihnen entbunden werde, vermittelſt einer genauen Verſchließung der Gefäße, worin man ſie vollends ausgähren laſſe; auch

ahme

ahme man die geistigen Mineralwasser nach, indem man Säuren und Laugensalze in genau verschlossenen Flaschen zusammenbringe, und folglich einen Theil der beym Brausen weggehenden überflüssigen Luft im Wasser zurückhalte.

Im zweyten Kapitel, von den eisenhaltigen Mineralwassern, unterscheidet er zwey Arten: 1. Wasser, welche selten vorkommen, die nämlich einen wirklichen Eisenvitriol enthalten, von Galläpfeln schwarz gefärbt werden, beym Abdampfen Vitriolkrystalle geben, an der Luft, in der Hitze, unter der Glocke der Luftpumpe und nach langem Aufbewahren eisenhaltig bleiben, wie z. B. die Wasser zu Passy, Calsabigi, Venai in Piemont, und die la Dominique genannte Quelle zu Vals; 2. viel gemeinere Wasser, in welchen das Eisen nicht mit der Vitriolsäure verbunden, sondern so schwach aufgelößt sey, daß dergleichen Wasser durch die geringste Hitze, durch den bloßen Zutritt freyer Luft und durch den luftleeren Raum zerlegt werden, und das Eisen fallen lassen, welches sie auch in genau verschlossenen Gefäßen thun. Von Galläpfeln erhalten sie eine Purpurfarbe, und durch Untersuchung könne man nicht das geringste Vitriol in selbigen finden; von dieser Art wären die berühmten Wasser zu Pyrmont, Spaa, Passy, Forges, Gabian, die la Marquise genannte Quelle zu Vals u. a. m. Diese könnten nur an der Quelle ihre völlige Kraft äußern, müßten kalt genommen werden, verlören ihr Eisen beym weiten Verfahren oder langen Aufbewahren, und wirkten dann nur vermöge ihrer übrigen Bestandtheile. Viele derselben wären beträchtlich geistig, oder mit Luft geschwängert, deren Menge die Stärke des stechenden Geschmacks entspreche. Sie unterschieden

sich

ſich durch die verſchiedene Menge des enthaltenden Eiſens und anderer ſalziger oder erdiger beygemiſchter Stoffe. Um den Eiſengehalt zu beſtimmen, dürfe man ſie nur an die freye Luft ſtellen, bis alles Eiſen niedergeſchlagen ſey, alsdenn dieſen Bodenſatz oder Eiſenſafran trocknen und wiegen. Einige Gran Eiſenfeilſpäne angefeuchtet und mit eben ſo vielen Schwefelblumen gerieben in eine Flaſche mit Waſſer gethan und nach ſorgfältiger Verſchließung derſelben an einen kühlen Ort geſtellt, ertheilen dem Waſſer in drey bis vier Tagen alle Eigenſchaften ſolcher Stahlwaſſer.

Im dritten Kapitel handelt le Roi von den ſchwefelhaltigen Mineralwaſſern, welche an dem faulen Eyergeruche erkannt werden, und wirklichen Schwefel enthalten, indem ſich bey manchen Quellen Schwefel anſetze, und die Waſſer auf Silber und deſſen Auflöſung wie Schwefelleberauflöſung wirken; man wiſſe aber ſolche bisher noch nicht zu unterſuchen, den Schwefel zu ſcheiden und beſonders darzuſtellen, weil ſolcher in denſelben ſehr flüchtig ſey, und ungemein wenig betrage; man ahme ſie durch eine Auflöſung des Schwefels im Waſſer vermittelſt einer Säurebrechenden Erde nach, dergleichen auch in den Waſſern zu Aachen und Bareges gefunden werde.

Im vierten Kapitel unterſucht le Roi ſolche Waſſer, welche nicht mineraliſch ſind.

Zu der Zeit, als der Graf von Saluces die beym Abbrennen des Schießpulvers erhaltene Flüſſigkeit einer nähern Prüfung unterwarf, bemühte ſich Cigna, einige Unterſuchungen über die Urſache der Verlöſchung der Flamme und des Todes der Thiere in

eins

eingeschlossener Luft anzustellen [e]). Cigna bemerkt, daß die Meynung, das Verlöschen der Flamme in einem eingeschlossenen Raume rühre von verschiedenen aus selbiger ausgehenden Dünsten her, welche von der eingeschlossenen Luft entweder eingesogen werden, oder ihre Elasticität vermindern, verschiedenen Schwierigkeiten ausgesetzt sey. Denn die Flamme verlösche schon in einem eingeschlossenen Raume, wenn das Queckſilber kaum einige Zoll in die Höhe gestiegen sey, da sie doch auf dem Gipfel hoher Berge in einer viel dünnern Luft fortbrenne. Des de la Grange Versuche mit einer einige Zoll vom Tische erhaben gestellten Glocke und einer mit verschiedenen beliebig zu öfnenden Löchern versehenen Laterne bewiesen, daß die Flamme nicht wegen Mangel oder Einsaugung der Luft verlösche, sondern daß die Luft zur Erhaltung derselben unten hineindringen und oben wieder herausgehen müsse, und daß keine Erneuerung derselben, sondern eine Bewegung um die Flamme erfordert werde. Andere Versuche zeigten, daß die bloße Bewegung der Luft um die Flamme herum zur Unterhaltung derselben nicht hinreiche. Da also das Verlöschen der Flamme in einem eingeschlossenen Raume weder von dem Rauche, noch von der Einsaugung oder geschwächten Elasticität der Luft, noch von ihrer Ausdehnbarkeit zu einer geringern Dichtigkeit und der daher entstehenden Untauglichkeit, die Flamme um den Docht zusammenzuhalten, herrühre, so suchte man die Meynung zu prüfen, daß die in der eingeschlossenen Luft enthaltene Nahrung der Flamme von der Flamme selbst verzehrt werde

e) Miscell. philos. math. soc. priv. Taurin. T. I. 1759. p. 22. sqq.

werde, und vornämlich von Salpeterſalzen, welche in der Luft verbreitet ſind, ihren Urſprung habe. Auch dieſe Meynung wurde den Erfahrungen zu Folge für ungegründet erklärt, indem die Flamme unter einer in rauchenden Salpetergeiſt geſenkten Glocke eben ſo verloſch, als wenn ihr unterer Rand von Waſſer, oder einer andern Flüſſigkeit umgeben ward. Inzwiſchen müſſe man zugeben, daß die Luft in einem verſchloſſenen Raume von der mit eingeſchloſſenen Flamme verdorben werde, ob man gleich auf keine Art habe entdecken können, worin dieß beſtehe; denn in einer Luft, in welcher eine Flamme verloſchen ſey, verlöſche eine andere im Augenblicke, und dieſe Eigenſchaft behalte dieſe Luft auch nach der Abkühlung, daher dieß weder der lange entwichenen Hitze, noch den verdichteten Dämpfen zugeſchrieben werden könne. Auch glühende Kohlen und Metalle machen die zunächſt befindliche Luft zur Ernährung der Flamme untauglich. Es werde alſo die Luft viel mehr durch die Hitze, als durch ausdünſtende Ausflüſſe verdorben, und zwar um ſo mehr, als dieſe verdorbene Beſchaffenheit der Luft weder durch Verdichten, noch durch Seihen, noch durch irgend einen andern Handgriff habe verbeſſert oder vermindert werden können. Luft, welche durch glühende gläſerne Röhren ſtreiche, werde eben ſo verdorben, da doch glühendes Glas weder Ausflüſſe in die Luft durchlaſſen, noch eine Nahrung aus der Luft anziehen werde. Wie das Feuer aber ſolche Veränderung bewirke, bleibe noch eine Frage; daß ſolche keine Ausdehnung zu einer geringern Dichtigkeit, noch eine veränderte bemerkbare Beſchaffenheit ſey, lehre die Dauer derſelben und verſchiedene Verſuche. So ward eine mit einer ſchlaffen Blaſe verbundene Phiole geglühet, darnach umgekehrt, der Hals abgeſchlagen,

und

und eine hineingebrachte Flamme verlosch sogleich. Kälte bewirke eine entgegengesetzte Wirkung; in eine kurzhalsige Flasche ward ein brennendes Licht gestellt, die Oeffnung mit Wachs verschlossen, nachdem die Flamme verloschen war, die Flasche mit Eis umgeben, so abgekühlt und einige Stunden in dieser Kälte erhalten, dann herausgenommen, und, als sie wieder die Stubenwärme angenommen hatte, abermals ein brennendes Licht durch die geöfnete Mündung hineingebracht, dessen Flamme sich einige Zeit erhielt. Es werde daher eine anhaltende Kälte zur Verbesserung der von starker Hitze verdorbenen Beschaffenheit der Luft erfordert. Wenn Feuer von aussen in Gefäßen eingeschlossene Körper oft nicht entzünde, so rühre dieß daher, daß die umgebende Luft zugleich mit erwärmt, und zur Ernährung der Flamme untauglich werde. Aus Körpern gezogene künstliche Luft lösche darum die Flamme aus, weil die Luft durch die Hitze so verdorben werde, daß sie zur Nahrung derselben nicht tauge, und die künstliche Luft durch Feuer oder Brausen, oder durch Fäulniß aus den Körpern entwickelt werde und daher zur Erhaltung der Flamme untauglich seyn müsse. Daß zum Einathmen der Thiere schädliche Luft auch zur Unterhaltung der Flamme untauglich sey, lehrten die Versuche deutlich, jedoch sey noch die Frage zu beantworten, ob die eingeathmete Luft in den Lungen durch die Wärme, oder durch eine andere Ursache verdorben werde. Ein Frosch sey unter einem auf eine Metallplatte geleimten Trinkglase erstickt worden, womit beynahe drey Tage verflossen wären; eine Stunde darnach, als er gestorben, sey ein Loch in die Platte gemacht, und durch solches ein Licht ins Glas gebracht worden, die Flamme sey aber gleich verloschen; es dürfe daher die Verderbung der

Luft durch darin erſtickte Thiere nicht der Wärme zus geſchrieben werden, und beruhe nicht auf einer, ſons dern mehreren bisher unbekannten Urſachen, welche die natürliche Beſchaffenheit der Luft ſo veränderten, daß ſie zur Unterhaltung der Flamme untauglich werde.

In der zweyten Abhandlung ſucht Cigna d) die vorgelegte Frage durch neue Verſuche umſtändlicher zu beantworten, und alle Zweifel ſo viel möglich aus dem Wege zu räumen, wozu die Erfahrung mit dem Froſche in Anſehung der vermeinten Verders bung der Luft durch die Wärme Gelegenheit gegeben hatte. Cigna war nämlich der Meynung, Luft, worin eine Flamme verloſchen wäre, würde ſo verdors ben ſeyn, daß ſie eine andere gleich auslöſchte. Boyle hatte geſagt, in einer Luft, in welcher ein Thier, z. B. in 4 Minuten geſtorben wäre, würde ein anderes in drey Minuten ſterben. Cigna wiederholte dieſen Verſuch. Eine gläſerne Glocke, welche ohngefähr 16 Zoll Waſſer enthalten konnte, ward über ein anders mit Waſſer angefülltes Gefäß ſo aufgehangen, daß ſie mit dem untern Rande drey Finger breit ins Waſſer eingeſenkt war. Oben inwendig an der Glocke war eine Rolle angebracht, über welche eine Schnur gieng, die mit einem Ende an einem kleinen Käfich befeſtigt war, und mit dem andern unter dem Rand der Glocke durchs Waſſer herausgieng, vermittelſt deſſen der Käfich hö her aufgezogen und ein Vogel in demſelben wieder hins eingebracht werden konnte, ohne daß die eingeſchloſſene Luft verändert ward.

Man

d) Diſſ. ſur les cauſes de l'extinction de la lumière d'une Bongie et de la mort des animaux renfermés dans un eſpace plein d'air in den Melanges de philoſoph. et de mathemat de la ſocieté R. de Turin pour l'an. 1760. 1761. p. 168. ſqq.

Man brachte einen Distelfinken hinein; in den ersten zwey Stunden verschluckte er die Luft der Maaßen, daß das Wasser ohngefähr zwey Zoll über seinen wagrechten Stand stieg; anfänglich schien er nicht zu leiden, aber bald nachher ward ihm das Athmen beschwerlich, die Beängstigung nahm zu, und nach 4½ Stunden starb er; er ward herausgethan und ein anderer hineingebracht; dieser starb innerhalb 2 Minuten und athmete gleich sehr schwer, obgleich beym Hineinbringen des Käfichs einige Luftblasen in die Glocke gekommen waren; ein dritter lebte nur eine Minute und ein vierter starb in einer Sekunde. Andere Vögel wurden ebenfalls in diese verdorbene Luft gebracht und gleich mit heftigen Zuckungen, Erbrechen und Betäubung überfallen. Das Wasser schien nach den ersten vier Stunden nicht merklich mehr zu steigen; wie ein Theil Wasser ausgegossen ward, so daß die Luft in der Glocke weniger verdichtet war, fiel es wieder zu seinem wagrechten Stande nieder und ein kleiner Distelfinke lebte keine Minute in derselben, zerstörte aber die Elasticität der Luft nicht weiter.

Aus diesen Versuchen zieht Cigna diese Folgen:

1. Die Luft werde durchs Athmen der Thiere so verdorben, daß andere Thiere in selbiger nicht lange leben können.

2. Die durch eine Flamme oder durchs Athmen der Thiere verdorbene Luft lösche nicht allein ein Licht aus, sondern ersticke auch die Thiere, welche sie einathmen, und sey den Pflanzen, welche man in ihr einschließe, tödtlich, wenn sie durch Einsaugung einer andern zuvor in ihr eingeschlossenen Pflanze schon einen Theil ihrer Elasticität verloren habe, so daß die letzte bleich und gelb werde und bald ausgehe.

3. Die Lebensdauer der auf dieſe Art in verd
bener Luft eingeſchloſſenen Thiere ſtehe in dem gerat
Verhältniſſe der Luft und dem umgekehrten der Za
der eingeſchloſſenen Thiere, wie Veratti ſolch
wahrgenommen, jedoch aber einen Unterſchied bey d
Fröſchen beobachtet habe, als welche auch bey vermeh
rer Zahl nicht früher ſterben, ob ſie gleich die Lu
eben ſo wie andere Thiere verderben, und in dieſe
ſo zu ſagen, künſtlichen Luft nicht lange leben könne

Dieſe beſondern Erſcheinungen veranlaßten dem F
Cigna, aufs neue zu unterſuchen, in wie weit da
Athmen der Fröſche nothwendig wäre. Man wußt
daß ſie in der Torricelliſchen Leere ſtarben, in dem le
ren Raume der Luftpumpe an 3 Stunden betäubt wu
den, ſich wieder erholten, aber in 6 bis 7 Stunde
völlig ſtarben; indeſſen hatte man ſie daſelbſt nach 1
Stunden, und andere Male erſt nach 27 Stunde
und ſpäter, ſterben geſehen.

Cigna hielt ſie daher erſtlich an einem Band
unter Waſſer; nach einer Stunde ſchienen ſie todt zu
ſeyn, bey aufmerkſamer Beobachtung aber noch gelinde
zu athmen, und zeigten ein Beſtreben, ſich vom Ban
de los zu machen; nach 5 Stunden ward einer, nach
6 Stunden der andere, und, weil die übrigen noch
eine Bewegung zeigten, nach 7 Stunden die übrigen
drey herausgenommen; erſtere fiengen an, Zeichen des
Lebens zu zeigen, letztere ließen ſich nicht wieder zum
Leben bringen. Dieſe Verſuche wurden im September
angeſtellt, da das Reaumur. Thermometer 16 Grad
unter Null zeigte.

Hiernächſt wurden welche in Luft eingeſchloſ-
ſen, einer in einem 12 Unzen Waſſer faſſenden, der
zweyte in einem noch Einmal, der dritte in einem drey-
mal

mal so geräumigen Gefäße, und der vierte an freyer Luft gelassen: das Reaum. Thermometer stand auf 20 Grad. Nach 48 Stunden lebten noch alle, aber nach 60 Stunden waren sie wirklich todt und ließen sich nicht wieder zum Leben bringen; man fand kein Zeichen eines behinderten Athems.

Es wurden daher abermals Frösche, einer in ein mit Wasser angefülltes Glas, drey mit Wasser und etwa 20 Unzen Maas Luft, einer in eben so vieler Luft ohne Wasser eingeschlossen, und einer an frischer Luft gelassen; das Reaum. Thermometer stand 15 Grad unter Null; nach 15 Stunden lebten noch alle, nach 20 Stunden waren die drey gestorben, nach 63 der im Wasser, nach 28 der in der Luft allein eingeschlossene, und der in freyer Luft befindliche lebte noch am 5ten Tage, wiewohl matt.

Bey der Wiederholung der Versuche lebten von den dreyen zusammen im Wasser eingeschlossenen einer nur 20, der andere 30 und der dritte 35 Stunden, also zusammen nicht über 85 Stunden, der in Wasser allein eingeschlossene schien nach 65 Stunden todt zu seyn, lebte aber wieder auf, wie das Gefäß geöfnet ward, der ohne Wasser eingeschlossene starb in 24 Stunden und der an freyer Luft gelassene lebte noch am 10ten Tage.

Die mit Wasser eingeschlossenen giengen gleich zu Boden, und kamen nur mannichmal herauf, um zu athmen; dieß geschah nach und nach öfter, endlich schwammen sie oben, athmeten beständig fort, zuletzt heftig, da sie fast nicht mehr schwimmen konnten und mit Zuckungen befallen wurden, welche die ohne Wasser eingeschlossenen nicht bekamen, deren Athmen auch nicht merklich erschwert zu werden schien.

Aus dieſen Verſuchen ſchließt Cigna, daß die im Waſſer eingeſchloſſenen Fröſche nur nach Verhältniß der in dem Gefäße enthaltenen Luft leben, und daſelbſt, wie die übrigen Thiere, durch Erſchwerung des Athmens ſterben, beſonders da ſie wieder auflebten, wenn man ihnen kurz vor dem Tode friſche Luft gab; auch ſchließt er aus ihrem ſchnellern Abſterben in eingeſchloſſener, als in freyer Luft, und dem frühern Tode bey größerer Anzahl, daß ihr Tod von etwas anderm als der eingeſchloſſenen Luft herrühre, und ihr Leben im Verhältniſſe der Menge der Luft ſtehe.

Hiernächſt bemerkt Cigna, daß die Dauer des Brennens der Lichter, wenn ſolche gleich groß ſind und gleich brennen, wie das Leben der Thiere, im verkehrten Verhältniſſe ihrer Zahl ſtehe, und führt dabey einige von Hales angeſtellten Verſuche an. Ueberhaupt zeigt er, daß die Menge der verſchluckten Luft der Größe der Flamme hinreichend entſpreche und beſtärkt dieß durch die Uebereinſtimmung der Abnahme der Kerzen am Gewichte mit dem Volumen des innern Raums im Gefäße, wobey er zugleich die Erfahrung des Beccaria anführt, daß vom Zinn und Bley in zugeſchmolzenen Gläſern nur ein Theil habe verkalkt werden können, welcher dem innern Raume des Gefäßes entſprach.

Hierauf wollte Cigna den Einfluß der verſchiedenen Dichtigkeit der Luft verſuchen, und nahm daher eine Flaſche, welche 50 Pfund Waſſer hielt, und deren Hals mit einem kupfernen Deckel verſchloſſen und mit zwey Röhren verſehen war, von welchen eine an die Luftpumpe gebracht, und die andere mit einem zugeſchmolzenen und mit Queckſilber gefüllten gläſernen Heber verbunden ward, deſſen Stand die Dichtigkeit

der

der Luft in der Flasche zeigen sollte; ein Sperling ward hineingethan und die Luft so weit ausgezogen, bis das Queckſilber 16 Zoll und 10 Linien über seinem wagrechten Stande gestiegen war; er erbrach sich, bekam Zuckungen, wobey das Queckſilber nach und nach um $4\frac{1}{2}$ Linien höher stieg, aber bey Einlassung der Luft in die Flasche um 3 Zoll wieder fiel; ein anderer Sperling lebte 70 Minuten, da die Ausleerung nur so weit getrieben war, daß das Queckſilber 13 Zoll 5 Linien höher stand, welches bey seinem Tode noch um 7 Linien höher gestiegen war; bey einem dritten ward der Luft ihre natürliche Dichtigkeit gelassen, da der Vogel $3\frac{1}{2}$ Stunden lebte und das Queckſilber nach seinem Tode $1\frac{1}{2}$ Linie gestiegen war. Dabey bemerkt Cigna, die Luftmengen haben sich wie 128, 169, 330 d. i. wie 3, 4, 8, und die Lebensdauer wie 35, 70, 210 d. i. wie 1, 2, 6 verhalten, daß folglich die Lebensdauer mit der Luftmenge nicht im Verhältnisse ist, sondern eine gleiche Menge dichterer Luft das Leben länger erhalte, als eben so viel dünnere ausgedehnte. Boyle's ähnliche Versuche mit Mäusen beweisen, daß unter übrigens gleichen Umständen die Abnahme der Elasticität der Luft bey zunehmender Dichtigkeit stärker erfolge, und die Verminderung der Menge dem Verhältnisse der Abnahme ihrer Dichtigkeit folge, auch die Elasticität frischer nach dem Tode der Thiere eingeschlossener Luft ebenfalls vermindert werde. Aehnliche Versuche habe Hales mit Kerzen angestellt und einerley Erfolge bemerkt. Wenn ferner eine gleiche Luftmenge bey größerer Dichtigkeit Thieren weniger schädlich sey und Lichter später auslösche, so werde begreiflich, warum 522 Zoll Luft, welche bey natürlicher Dichtigkeit das Athmen eines Menschen höchstens $2\frac{1}{2}$ Minute unterhalten, es in der Taucherglocke an 5

Minuten unterhalten können; warum es die Luft desi länger vermöge, je tiefer die Glocke eingeſenkt und ſtärker ſie durch den Druck des Waſſers zuſammieng preßt ſey, indem nach Deſaguliers die Zeit, wel che die Verderbung der Luft erfordere, von dem Maaß derſelben abhange, wie dicht ſie auch ſeyn möge. Fer ner folge aus dem Geſagten, daß die dünnſte Luft beym Leben der Thiere und dem Lichte, nicht wegen ihrer Verdünnung, ſondern darum ſchädlich ſey, weil ſie alsdann eher verdorben werde.

Um mit größerer Gewißheit zu erfahren, was für eine ſtarke Verdünnung Thiere vertragen könnten, that Cigna einen Sperling in eine gläſerne Flaſche, verſchloß ſie genau mit feuchter Blaſe, brachte ſie nebſt einem andern Sperling unter die Glocke der Luftpumpe und leerte dieſe aus, bis das Queckſilber im Heber auf 19 Zoll ſtieg, ließ dann ſo viele Luft in die Glocke hinein, daß es bis auf 2 Zoll fiel, pumpte wieder eben ſo viele Luft heraus, und fuhr ſo eine halbe Stunde fort, daß alſo beyde Sperlinge in ſo verdünnter Luft blieben, welche das Queckſilber kaum $7\frac{1}{2}$, höchſtens $9\frac{1}{2}$ Zoll hoch halten konnte, nur daß der eine immer dieſelbe, der andere aber alle Augenblicke friſche Luft einathmete; dieſer erbrach ſich gleich, athmete kurz und oft, befand ſich aber nachher wohl, und war, wie er nach einer halben Stunde herausgenommen ward, friſch und geſund; jener ward engbrüſtig, bekam Zuckungen und ſtarb kurz nachdem er herausgenommen war.

Cigna ſchließt hieraus, daß die Luft in der Glocke, auch bey einer ſtarken Verdünnung, zum Athmen und zur Erhaltung des Lebens der Thiere nicht untauglicher werde, wenn man ſie nur erneuere; jedoch

doch aber Thiere ehe eine dichtere, als dünnere, Luft vertragen, wie das Beyspiel der Taucherglocke lehre. Vergleiche man ferner diese Erscheinungen mit denen, welche die Ausdünstung der Flüssigkeiten in einem eingeschlossenen Raume zeige, so finde sich eine genaue Uebereinstimmung, indem diese 1. nach und nach abnehme und endlich ganz aufhöre, 2. unter übrigens gleichen Umständen nach Verhältniß der innern Räume der Glocken daure, 3. in verdünnter Luft schneller vor sich gehe und die Glocke ehe mit Dämpfen fülle, so daß die Zeit dieser Anfüllung in größerm Verhältnisse, als die Dichtigkeit der Luft, abnehme, wie auch in der Luft eingeschlossene Lichter und Thiere anfänglich nach und nach ermatten und zuletzt ersterben, frische in der nämlichen Luft gleich erstickt werden, beyde in gleich dichter Luft nach Verhältniß der eingeschlossenen Menge dauren und bey gleicher Menge in dünnerer Luft ehe vergehen.

In Ansehung der Dünste bemerkt er, daß sie zwar im eingeschlossenen Raume Lichter verlöschen und Thiere ersticken; er wage aber noch nicht, ihre Beschaffenheit und die Eigenschaft, vermöge welcher sie eigentlich schädlich wären, nämlich durch Zusammenpressung neuer Dünste oder Veränderung der physischen oder mechanischen Eigenschaften der Luft, zu bestimmen, und verspricht hierüber neue Versuche anzustellen.

Wenn Dünste den Flammen nachtheilig sind, so frage es sich, warum über glühende Metalle, ja Glas, hinweggestrichene Luft ein Licht auslösche? und warum die Luft in einer Glocke zur Erhaltung der Flamme desselben untauglich werde, wenn man den Wänden der Glocke Feuer nahe bringe? Denn so habe glühendes Glas an die untere Mündung einer mit drey senkrech-

rechten Löchern verſehenen Glocke gebracht das in de ſelben brennende Licht nicht durch eine Verderbung d Luft, ſondern durch Ausdehnung derſelben vermöge d Hitze ausgelöſcht, indem der Verſuch nicht gelinge wenn man den Strom der dadurch bewirkten Luftwel auf das Licht hindere. In Anſehung der zweyten Er fahrung aber ſey er noch ungewiß, ob die Ausdünſtun gen des Feuers nicht durch die ſehr dünnen Wände de Glocke oder einen Riß derſelben gedrungen, oder ſonſt ein Irrthum vorgegangen ſey, weil es nachher mit einer dicken Glocke nicht habe gehen wollen, und die wahrgenommene Unfähigkeit der ſelbſt durch kalte Thiere verdorbenen Luft zur Erhaltung der Flamme habe in ihm Zweifel gegen ſeine erſte Meynung erregt; überdem bemerke Deſaguliers, daß die über glühende Metalle wegſtreichende Luft nicht verdorben werde, wofern ſie nicht durch Dünſte der Metalle ſelbſt oder der Kohlen angeſteckt werde, und er habe wahrgenommen, daß Luft, welche viele Monate in einer Flaſche eingeſchloſſen geweſen war, die auf einem heißen Ofen geſtanden hatte, keine ſchlimme Beſchaffenheit erhalten habe. Die übrigen Einwürfe gegen die Theorie der Dünſte ſeyen von geringerer Wichtigkeit.

Erwäge man die Erſcheinungen bey der Veränderung der Elaſticität der Luft durchs Athmen der Thiere, ſo werde noch mehr erhellen, daß Dünſte die Urſache ihrer Erſtickung wären. Sie verminderten jene Elaſticität, indem ſie ſich ſo ſtark an die Lufttheilchen hiengen, daß ſie ihre Kraft, einander zurückzuſtoßen, verminderten; daher verminderten ſie die Elaſticität der Luft anfänglich ſehr, und hernach weniger, ſo wie ſolche zur Aufnahme mehrerer untauglicher werde, bis ſie völlig geſättigt wären; friſche in die Glocke gelei-

geleitete Luft nehme von neuem an Elasticität ab; daher verliere die mit Dünsten gesättigte Luft nicht von derselben, wenn sie in einen leeren Raum gelassen, oder mit Luft, die ebenfalls mit Dünsten gesättigt sey, gemischt werde, scheine aber bey der Mischung mit reiner Luft zu verlieren, weil sie die Elasticität dieser durch ihre Dünste vermindere; daher schienen einige Körper, welche im ersten Falle Luft geben, in reine und natürliche Luft eingeschlossen solche einzusaugen, weil die Abnahme der Elasticität der in den Dünsten eingeschlossenen Luft nach dem Verhältnisse des Zuwachses der Luft zunehme; daher schienen, nachdem eine oder die andere Ursache das Uebergewicht behalte, gewisse Körper in eingeschlossener Luft bald welche aus sich zu entwickeln, bald sie einzusaugen. Demnach ertheilten die Körper, welche die Elasticität der mit ihnen eingeschlossenen Luft anfänglich verminderten, derselben einen Zuwachs, sobald ihre Elasticität nach ihrer Sättigung mit den Dünsten nicht mehr abnehmen könne.

Diese Erscheinungen wären mit denen, welche die in der Luft eingeschlossenen Thiere zeigten, sehr übereinstimmend; ihr Athmen vermindere anfänglich die Elasticität der Luft, darnach langsamer, und endlich, wenn sie mit Dünsten gesättigt sey, nicht mehr; frische zugelassene Luft mische sich mit den Dünsten und verliere wieder an Elasticität; die Verminderung hänge nicht von der Zahl der eingeschlossenen Thiere ab, weil sie die Luft doch nur auf eine gewisse Stufe mit Dünsten sättigen, folglich nicht weiter vermindern können; in solcher schon gesättigter Luft eingeschlossene Thiere sterben gleich, ohne sie merklich weiter zu vermindern, ja sie geben ihr vielmehr kurz vor ihrem Tode einen Zuwachs, wenn sie darin eine Zeitlang leben können.

Da

Da die von den Thieren entweichenden Dünste das Vermögen besitzen, die Elasticität der Luft, womit sie sich mischen, zu vermindern, so haben einige Physiker unrichtig behauptet, daß solche Verminderung von der Einsaugung der Luft herrühre, oder selbige ins Blut übergehe; denn im letztern Falle müsse sonst eben so viel durch die Lungen, oder einen andern Weg, wieder fortgehen, viele Thiere mehr Luft einsaugen, Thiere die Elasticität ausgedehnter Luft nicht vermindern und diese Luft, beym Weggehn aus dem Blute und andern Feuchtigkeiten, die Elasticität der umgebenden vermehren, welches alles nicht geschehe.

Den allgemeinen Gesetzen zu Folge vermindern eingeschlossene Pflanzen ebenfalls die Elasticität der Luft durch ihre Dünste und vor ihrem Verwelken so sehr, daß eine frische Pflanze in selbiger auf einmal hin stirbt, ohne ihre Elasticität weiter zu vermindern.

Die Erscheinungen bey der Verminderung der Elasticität der Luft durch die Flamme seyen von den vorhergehenden sehr verschieden; anfänglich nehme sie sehr zu und nachher erst ab, dann aber immer mehr, bis die Flamme verlösche; je mehr brennende Lichter unter einer Glocke gestellt werden, oder vielmehr, je größer ihre Flamme sey, desto stärker vermindere sie selbige, und gleiche Kerzen unter ungleichen Glocken beynahe gleich, daß folglich die Einsaugung der Luft dem Umfange der Flammen, und nicht ihrer Zahl, nach der Luftmenge, entspreche; daher schwäche eine Flamme die Elasticität der Luft eben so sehr, als die bereits durch Ausdünstungen verdorbene, ob sie gleich in letzterer früher verlösche und kaum $\frac{1}{7}$ der Zeit daure; ja sie vermindere die Elasticität einer mit heißen Dämpfen angefüllten Luft über die Hälfte stärker, ihre Zeitdauer

dauer sey aber viel kürzer, so daß solche Verminderung der Ausdehnung der Luft zugeschrieben werden müsse; die am wenigsten ausgedehnte Luft werde verdichtet, und daher scheine ihre Elasticität in gleichem Verhältnisse mit der Wärme abzunehmen.

Um diese Wirkungen gehörig zu unterscheiden ward ein brennendes Licht auf einem Leuchter in ein Gefäß voll Wasser gestellt, eine Glasglocke darüber gedeckt, das Wasser vermittelst eines Hebers mit dem äußern gleich hoch gebracht, dann der Heber ins Wasser gesenkt, um das Steigen des Wassers zu bemerken, welches mit der Abnahme der Flamme anfieng, beym Verlöschen derselben stärker zunahm, und noch nachher fortfuhr, bis die Luft abgekühlt war, da alsdann Cigna den höchsten Stand bemerkte; bey der Wiederholung dieses Versuchs ward das Licht an dem Arm des Hebers befestigt, welcher unter die Glocke kam, so daß, wie solcher ins Wasser geneigt ward, auch gleich das Licht einsank und verlosch, damit das Verlöschen gleich auf die Hemmung der Gemeinschaft der äußern Luft mit der in der Glocke eingeschlossenen erfolgen möchte, und das Wasser stieg ebenfalls mit einem desto geringern Unterschiede, je gleicher die Flammen waren; woraus Cigna schließt, daß die Flamme eines Lichts die Elasticität der Luft fast gar nicht vermindere und das Steigen des Wassers in der Glocke vielmehr von der Verdichtung der zuvor durch die Wärme ausgedehnten Luft herrühre, und man ohne Unterscheidung dieser zweyerley Wirkungen nie werde entscheiden können, ob die Flamme die Elasticität der Luft mehr oder weniger, als in ihr eingeschlossene Thiere, schwäche.

Ferner

Ferner bemerkt Cigna: Phosphor, welcher durch ein Brennglas unter einer Glocke, oder durch außen angebrachte Hitze in einem verſchloſſenen Gefäße angezündet werde, vermindere die Elaſticität der Luft; auch der Selbſtzünder thue dieß, indem er ſich unter der Glocke von ſelbſt entzünde, und das nämliche erfolge, wenn der ſchon kalt gewordene Schwefeldampf von neuem wieder erhitzt werde; die durch die Flamme des Schwefels oder jede andere Flamme bewirkte Verminderung der Elaſticität dauere 20, ja 30 Stunden nach ihrer Verlöſchung; auch ſchwäche ſie Schwefel, oder jeder andere entzündliche Stoff, wenn er unter einer Glocke durch ein Brennglas angezündet werde; daß folglich gewiſſe, und zwar die gewöhnlichſten, Flammen ſie vermindern; daß nach der Verſchiedenheit der Stoffe, welche ſie nähren, gewiſſe Flammen dieß thun und andere friſche Luft geben, beweiſe Hales Erfahrung, da bey der Deſtillation einige entzündliche Körper die Elaſticität der Luft verminderten und andere eben ſo entzündliche, ja ſogar Oele, viele Luft gaben.

Aus dem obigen folge, daß die durch die Dünſte der Flammen bewirkte Verminderung der Elaſticität viel geringer ſey, als diejenige, welche von der Abkühlung und Verdichtung der Luft herrühre; denn der Schwefel ſchwäche ſie weniger beym Deſtilliren, als beym Abbrennen; 2 Gran Phosphor ſo angezündet und unter eine Glocke geſchloſſen ſaugen 28 Zoll Luft ein, da ſie hingegen in einem bedeckten Gefäße durch außen angebrachtes Feuer angezündet nur 13 verzehren, daß folglich das Meſſen gedachter Verminderung durchs Steigen des Waſſers oder Queckſilbers in einer Röhre ſehr unvollkommen ſey. Dieſe

Ver-

Verminderung werde nicht vermittelst Flammen durch Einsaugung der Luft bewirkt, sondern vielmehr durch von ihnen ausgestoßene Dünste, welche die zurückstoßende Kraft der Lufttheilchen, mit welchen sie sich mischen, vermindern; denn nach Hales Bemerkung bleibe nur beym Verbrennen des Schwefels eine trockene aller Luft beraubte Erde übrig.

Nachdem nun Cigna bewiesen hat, daß es vorzüglich die Dünste seyen, welche die Flamme und Thiere in eingeschlossener Luft auslöschen und ersticken, so geht er zu der Untersuchung über, ob solche allezeit einerley sind, und führt zuvörderst Papins, Laghis u. a. Erfahrungen an, daß eine durch Licht verdorbene Luft, wenn gleich ein anderes Licht in ihr augenblicklich verlösche, doch Thieren nicht allemal, sondern nur nach Beschaffenheit des Brennmaterials schädlich sey, welches die Flamme genährt habe; es müßten also die Dünste, welche letztere auslöschen, von denen verschieden seyn, welche die Thiere ersticken; demnach müßten die Flammen, wenn sie letzteres bewirken, beyderley Dünste ausstoßen, deren Verschiedenheit bey den Kohlen bemerklich sey. Diese Dünste schienen in der geathmeten und der durch die Zerlegung verschiedener Körper oder durch die Fäulniß bewirkten künstlichen Luft beysammen zu seyn. Diejenigen Dünste, welche zur Unterhaltung der Flamme und des Lebens untauglich wären, seyen nicht der Rauch, weil die Luft nach dessen Zertheilung verdorben bleibe und beym Durchgange durch verschiedene Flüssigkeiten, welche den Rauch zurückhalten, nicht verbessert werde, weil ferner auch Flammen ohne Rauch, wie z. B. vom stärksten Weingeiste, in eingeschlossener Luft endlich verlöschen, und weil der Rauch verbrennlicher Körper die Flamme nicht

auslösche, sondern selbst entzündlich sey. Das Verlöschen der Flamme in der eingeschlossenen Luft bewirke also nicht die Materie des Feuers, sondern vielmehr der durch diese mittelst des durch die Wirkung des Feuers veränderten Stoffs ausgestoßene Dunst. Die Dünste, welche die Thiere ersticken, rühren gewiß vom Athmen her, weil die Wände, der Behälter davon, nach dem Tode der Thiere beschlagen, und bey ihrer Oeffnung ein unangenehmer und schädlicher Geruch herausgeht. Diese Dünste seyen nicht bloß wässerig, weil sie die Elasticität der Luft mindern, welches jene nicht thun, auch die gemeine Luft oft mehr Wasser enthalte, als geathmete, ohne darum schädlicher zu seyn. Der Dunst, welcher die in der Luft eingeschlossenen Thiere ersticke, komme einer faulen Ausdünstung sehr nahe, und scheine sehr viel flüchtiges Laugensalz zu enthalten; Laghi habe eine schnellere Erstickung derselben von dem Dampfe eines aus dem Blute gezogenen ähnlichen Salzes beobachtet; er selbst habe ein brennendes Licht in einer mit Dämpfen vom Salmiakgeiste gesättigten Luft eingeschlossen, und bemerkt, daß alle eingeschlossene Luft entzündet ward, auch habe er den nämlichen Erfolg am Dampfe einer Schwefelgeisttinktur wahrgenommen. Dagegen werde Luft, welche zum Athmen gedient habe, nicht entzündet, sondern lösche die Flamme aus, weil die Dünste, durch welche sie verdorben sey, von den Ausdünstungen des flüchtigen Salzes verschieden, oder mit andern ihrer Entzündung widerstehenden und die Flamme verlöschenden gemischt sey, daß folglich die Zusammensetzung des flüchtigen Laugensalzes einen fetten Stoff erfordere. Daraus könne man auch einsehen, warum Dämpfe fauler Körper zuweilen entzündlich wären, und ein Stoff, welcher an die Stelle des verflogenen flüchtigen

Laus-

Laugensalzes trete, oder mit ihm gemischt werde, die Flamme auslösche. Luft, die mit solchen Dünsten geschwängert worden, sey bisweilen verschiedene Monate nach ihrer Sättigung noch entzündet worden, daß folglich solche Dünste, wenn sie in der Luft vertheilt wären, ihr lang adhärent blieben; eine durch eine Flamme oder durchs Athmen verdorbene Luft behalte diese schlimme Beschaffenheit auch lange. Uebrigens gebe es sehr verschiedene den Thieren schädliche Dämpfe; Hawksbee's, Desaguliers und Laghi's Erfahrungen bewiesen, daß die Dünste vieler Pflanzen sie tödten, wie auch viele Körper bey ihrer Zerlegung eine tödtliche künstliche Luft lieferten; diese giftigen Ausdünstungen wären bald leichter, bald schwerer, als die Luft; bisweilen unterbrächen sie den Schall; einige besäßen einen starken Geruch, andere wären geruchlos.

Endlich wendet sich Cigna zur Erklärung, warum die in ein und derselben Luft angehäuften und vereinigten Dünste von Flammen und Thieren beyden gleich schädlich seyen, und fängt mit den Pflanzen an. Er habe bereits erwiesen, daß die Elasticität nicht die Ursache des Verlöschens der Flamme sey, sondern die einmal mit Dünsten einer Flamme gesättigte Luft hindere den Ausbruch frischer Dünste, welche das Brennmaterial bey seiner Verzehrung hergeben müßte, wie solches bey allen Verdunstungen geschehe, deren übrige Erscheinungen auch den Erscheinungen der in eingeschlossener Luft verlöschenden Flamme sehr wohl entsprächen. Beynahe aus eben der Ursache sterben Pflanzen im nämlichen Falle ab; sie vermindern die Elasticität der Luft anfänglich ein wenig und fangen an welk zu werden, und nach ihrer Verwelkung sterbe

eine friſch hineingebrachte Pflanze gleich ab, ohne jene Elaſticität mehr zu vermindern; die Dünſte, welche ſolche Verminderung bewirken, werden alſo zurückgehalten, mithin werde die Abnahme der Elaſticität geringer und die Pflanzen welk, bis ſie abſterben und jene Abnahme aufhöre; die Ausdünſtungen ſeyen den Pflanzen nothwendig, damit ſie durch ihre Wurzeln friſche Säfte anziehen können, von welchen ihr Leben abhange, daher einzelne Bäume ihre Zweige mehr ausbreiten und im Walde nahe an einander ſtehende Bäume ſchlanker aufwachſen.

Nicht ſo leicht ſey es zu erklären, warum die eingeſchloſſene Luft den Thieren ſchädlich ſey. Daß die Dünſte nicht durch die Verminderung der Elaſticität der Luft ſchaden, ſey leicht zu erweiſen, weil die in einer durch die Ausdünſtungen anderer Thiere verdorbene Luft hineingebrachten Thiere eben ſowohl ſterben, wenn man auch hinlängliche Luft zur Wiederherſtellung des Gleichgewichts in die Glocke gehen laſſe, oder der auf ſolche Art ausgedehnten Luft ihre natürliche Dichtigkeit durch zugegoſſenes Waſſer wieder gebe. Ja ein in eine ſolche Glocke gebrachter Vogel ſey geſtorben, ohne daß der Stand des Queckſilbers in einem Heber wäre verändert worden, daher er vermuthet habe, daß Luft durch eine Oeffnung habe hineinkommen können, wie denn auch in ſelbiger ein Vogel ein wenig länger gelebt habe; da nun hier die Luft nicht vermöge ihrer Elaſticität, ſondern vermöge ihrer Schwere gewirkt habe, ſo ſey die Verminderung der erſten durch die Dünſte nicht die Urſache des Todes der Thiere. Von Haller habe erwieſen, daß ein anhaltendes Athmen der Thiere aus eben der Urſache tödte, als die Luft, in welcher ſie eingeſchloſſen ſeyen; auch währe das Einathmen kürzer in einer dünnen

men und früher, länger aber in einer dichten und später verdorbenen Luft; indessen müsse beym Athmen in freyer Luft die in den Lungen befindliche Luft elastisch genug seyn, um derjenigen, welche den Eingang der Luftröhre berühre, das Gleichgewicht zu halten; daher vermindere sich die Elasticität, und die in der Luft eingeschlossenen Thiere könnten nicht durch die Verminderung ihrer Elasticität erstickt werden. Gienge die verdorbene Luft durch die Lungen, so würde eine andere Einrichtung sie zum Einathmen untauglich machen; indessen habe er in der Luft erstickte Kaninchen geöffnet, die Brusthaut überall dicht an den Lungen liegend gefunden, und bey der Oeffnung unter Wasser keine Luftblasen aufsteigen sehen.

Es wären also die physischen Ursachen der Erstickung der Thiere durch eine verdorbene Luft: 1. die Abnahme und die endlich gänzlich aufhörende Ausdünstung, welche durch die nämlichen Dünste gehemmt werde, die die Luft schwängern und gleichsam sättigen, weil frisch eingeschlossene Thiere die Elasticität der Luft nicht mehr vermindern können, daher man auch beym Uebergange aus einer neuen in eine verdorbene Luft, wenn solche auch kälter sey, eine Wärme besonders am Gesichte empfinde. Inzwischen scheine ihnen die Ausdünstung nicht unbedingt nothwendig zu seyn, so daß ihre Hemmung so schnell tödten sollte, weil andere Ausleerungen sie ersetzen könnten, und Thiere lange genug in einer verdichteten Luft lebten und sich wohl befänden. 2. Werde das Nervensystem durch die Anhäufung der Dünste gereizt, daher die Luftröhrenäste und Lungen sich zusammenziehen, und der Luft, welche sie ausdehnen soll, nicht weichen wollen. So erkläre Boerhaave die Wirkung der Schwefeldämpfe,

yſe, und Sauvages ſchreibe das nämliche Vermögen einem gewiſſen faulen, jedoch Geruch- und Geſchmackloſen Dunſte zu, da doch ſolche Erſcheinungen wahrſcheinlicher den Dünſten zugeſchrieben werden, mit welchen die zum Einathmen gebrauchte Luft angeſteckt ſey, die nach Laghi ſo unangenehm riechen, daß ſie einem die Luft benehmen. Dieſe Meynung erhalte auch dadurch viel Wahrſcheinlichkeit, weil die in ſolcher verdorbenen Luft eingeſchloſſenen Thiere beſchwerlich athmeten. Alles dieß rühre nach obigen Gründen nicht von der Abnahme der Elaſticität der Luft her, ſondern vom verſtärkten Widerſtande der Lungen. Auch habe Boyle gefunden, daß eine Verdichtung der Luft das Athmen der Thiere nicht erleichtert habe; ferner habe Hales bemerkt, daß ein Hund, an deſſen Luftröhre eine Blaſe voll Luft befeſtigt worden, beſchwerlich geathmet, aber ſich nach einem Druck der Blaſe erholt habe, welches nicht zu verwundern ſey, da im erſten Falle alle Kraft der in die Lungen dringenden Luft von der Erweiterung der Bruſt abgehangen habe, im letztern aber der angebrachte Druck ihr zu Hülfe gekommen ſey. Hieraus erſehe man, warum Hales durchs Athmen einer vermöge einer Blaſe in einem biegſamen Behältniſſe zurückgehaltenen Luft ein Gefühl einer Erſtickung empfunden habe, und ein Hund, an deſſen Luftröhre eine Blaſe angebracht worden, wirklich erſtickt ſey; warum Thiere in Behältern ſterben, welche mit feuchten Blaſen zugebunden ſind, obgleich die äußere Luft dieſe ſo hinein drucken müſſe, daß die in denſelben enthaltene Luft mit ihr beſtändig im Gleichgewichte ſtehe; warum Thiere in einer verdichteten Luft ſterben, obgleich ihre Elaſticität weit größer, als die der natürlichen iſt; warum ſie ebenfalls in natürlicher eingeſchloſſen ſterben, obgleich

gleich das Queckſilber im Barometer weniger falle, als bey Veränderung der Witterung; warum ſie ſich dagegen in der dünnen Luft auf den Gipfeln der Berge, ja in der durch Luftpumpen verdünnten, wenn ſie nur erneuert werde, wohl befinden; warum ſie endlich durch Schwefeldämpfe und künſtliche Luft erſtickt werden, und zwar ſchneller als im luftleeren Raume, da die freye Luft doch die Lungen durch ihre Schwere, und nicht durch ihre Elaſticität, ausdehne, dieſe Dünſte aber, wie das Barometer beweiſe, die Schwere nicht vermindern können.

Der einzige ſcheinbare Unterſchied zwiſchen geathmeter und mit erſtickenden Dünſten geſchwängerter Luft ſey, daß jene keine Zuckungen bewirke; dieß ſcheine aber daher zu kommen, daß bey der allmählichen Verderbung der Luft durchs Athmen ſich die in ihr eingeſchloſſenen Thiere dazu gewöhnen, oder ſchwächer werden, indem Thiere, die man in eine ſchon durchs Athmen anderer Thiere verdorbene Luft bringe, unter ſchrecklichen Zuckungen ſterben, ja ſolches in reiner natürlicher Luft geſchehe, wenn die Glocke ſo enge ſey, daß die in ihr befindliche Luft bald verdorben werde. Da nun die ſchädliche Eigenſchaft der Luft in beygemiſchten Dünſten beſtehe, ſo ſey es kein Wunder, daß ſolche Luft gleich ſchädlich ſey, nach welcher Richtung ſie auch bewegt werde; ja die Dünſte ſeyen ſo mit der Luft vereinigt, daß man ſie mittelſt des Durchlaſſens durch verſchiedene Flüſſigkeiten nicht von denſelben habe befreyen können; eine heftige Kälte habe dieſen Erfolg eher durch Verdickung der Dünſte bewirkt. Wenn man die Beſchaffenheit dieſer Dünſte kennte, ſo möchte man vielleicht eine Flüſſigkeit finden, welche ſie einſaugen würde, beſonders wenn man die verdor-

bene Luft durch ſie gehen ließe, oder einen andern Körper entdecken, deſſen wohlthätige Ausdünſtungen dieſe ſchädlichen Dünſte verjagten oder ſich mit ihnen vermiſchten, und ihre Schädlichkeit vernichteten. Aber bis dahin habe man darüber noch keine Entdeckungen gemacht, kenne aber ein anderes Mittel, die Luft zu reinigen, welches zwar nicht ſehr anwendbar ſey, jedoch zum Beweiſe viel beytrage, daß die Schädlichkeit von Dünſten herrühre; dieſe Dünſte ſeyen nämlich nicht ſo elaſtiſch, als die Luft, und werden nicht ſo ſtark ausgedehnt; wenn man ſie alſo einmal ſcheide, ſo vermiſchten ſie ſich hernach nur ſehr langſam mit einander, und man könne folglich die Luft durch wiederholte Ausdehnung und Verdichtung reinigen; durch dieſes Mittel habe er einem Sperlinge 3 Stunden und 50 Minuten das Leben erhalten, da hingegen ein anderer in eben ſo vieler aber nicht bewegter Luft in einer Stunde und 21 Minuten geſtorben ſey.

Cigna verſprach, ſeine Unterſuchungen in der Folge noch weiter zu erörtern; allein er hat ſein Verſprechen nicht gehalten.

Die Herren du Hamel, Hellot und Montigny ſtatten einen Bericht von den entzündlichen Dämpfen der Steinkohlengrube zu Briançon ab *). Dieſe Grube war nämlich verſchiedene Jahre hindurch, ohne einen übeln Zufall, bearbeitet, aber ſeit einiger Zeit wahrgenommen worden, daß, wenn man einen Tag nicht arbeiten ließ, unten in der Grube plötzlich eine Entzündung erfolgte, ſobald Licht hinein kam, wos

*) Sur les vapeurs inflammables qui ſe trouvent dans les mines de charbon de terre de Briançon in Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris an. 1763.

wodurch viele Arbeiter sehr verbrannt waren. Die Herren führen in ihrem Berichte erstlich bekannte Wahrnehmungen von entzündlichen Schwaden, wie auch von solchen an, welche Lichter und Lampen auslöschen, die Arbeiter ersticken, und in den Kohlengruben zu Auvergne la pousse genannt werden, woselbst sie sich durch einen dicken Nebel verrathen; sie schlagen darauf Mittel zur Erhaltung eines Luftwechsels vor, ohne sich auf die Beschaffenheit und Eigenschaften der entzündlichen Dämpfe weiter einzulassen. In Ansehung der nicht entzündlichen erstickenden Schwaden berufen sie sich auf die von Monnier im Jahr 1739. über die Beschaffenheit und Wirkung derselben in den Kohlengruben zu Brassac in Auvergne angestellten und in dessen Beobachtungen aus der Naturgeschichte beschriebenen Versuche, welche im Jahr 1740 herausgekommen seyen, und in welchen er die Meynung äussere, daß solche von der Art wären, welche die Elasticität der Luft binden oder zerstören.

Schon lange vorher hatte Clayton f) durch Destilliren der Steinkohlen einen sehr entzündlichen Geist erhalten, welcher sich durch keine Verklebung halten ließ, bey Annäherung eines Lichts an der Mündung einer angebrachten tubulirten Vorlage brannte, ohne daß man sah, was die Flamme nähre, eine vorgebundene Blase so stark ausdehnte, als wenn sie ein Mann aufbließ, sich in starken, z. B. Rindsblasen, aufbewahren ließ, und nach einer beträchtlichen Zeit nicht verdichtet war, und, wenn man ein Loch in

f) An experiment concerning the spirit of Coats, being part of a letter to the hon. *Boyle* from the late *John Clayton*. in Philos. Transf. Vol. XLI. P. I. n. 452.

in die Blaſe ſtach und ihn nach der Flamme ein
Lichts hindruckte, ſo daß er Feuer fangen konnte, fo
brannte, bis aller Geiſt herausgepreßt war, obglei
zwiſchen dieſen und den mit gemeiner Luft gefüllten kei
Unterſchied zu ſehen war, in dünnern, z. B. Kalb
blaſen, aber in 24 Stunden ſeine Entzündlichkeit ve
lor, obgleich die Blaſe gar nicht ſchlaff geworde
war, welcher ſogenannte Geiſt alſo nichts anders, al
die entzündliche Luft der Neuern war.

Noch eine andere merkwürdige Nachricht von den
entzündlichen Bache in dem Priorat von Tremolac,
des Ordens von Clugny, 5 Meilen von Bergerac,
hat Renual dem Herrn von Reaumur im Jahr
1740 mitgetheilt g). Ein Krebsfänger bediente ſich
nämlich brennender Strohfackeln, um die Löcher, in
welchen ſich die Krebſe verbargen, beſſer wahrzuneh
men. So lange der Menſch auf dem Sande des
beynahe wagrechten Bettes dieſes Baches gieng, fieng
die Oberfläche des Waſſers kein Feuer, als er aber
auf unebene Stellen kam, welche voll Löcher waren,
ſo erſtaunte er, zu ſehen, daß das Waſſer ſich entzün-
dete, ſo daß ſein Hemd dadurch verbrannt ward.
Der Abt d'Aleme, welcher damals Prior zu Tre-
molac war, ließ den Verſuch zwey oder dreymal wie-
derholen und er gelang allemal. Wahrſcheinlich, wird
angeführt, habe ſich in dieſen Vertiefungen ein ſchwef-
lichter Schlamm geſammelt, welcher hinlänglich be-
wegt worden ſey, um durchs Waſſer auszudunſten,
und bey der geringſten Annäherung einer Flamme Feuer
zu fangen; die berühmte brennende Quelle in Dau-
phiné verdiene dieſe Benennung lange nicht mit dem
Rechs

g) Ruiſſeau inflammable in der Hiſt. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris an. 1741.

Rechte, wie der Bach zu Tremolac, weil sie, wenigstens damals, ein bloßes erdharziges Erdreich zeige, wo man zuweilen eine schwache Flamme, wie von brennendem Branntweine, hin und her schweben sehe.

Bisher war die Existenz der sogenannten fixen Luft und ihre Verbindung ein bloßer Gegenstand der Naturlehre, aber nach van Helmont hatte sie noch kein einziger Physiologe behauptet. Herr von Haller lehrte nach den Erfahrungen des D. Hales zuerst, daß die Luft der wahre Kitt der Körper wäre, und durch ihre Bindung in den festen und flüssigen Substanzen das Verbindungsmittel der Uranfänge ausmache und sie mit einander vereinige. Es scheint, sagt er [h]), die Luft das vornehmste Band der Uranfänge auszumachen, da sich solche nicht ehe von einander trennen, als wenn die Luft ausgetrieben ist. Sie liefert den wahren Leim zur Verbindung der erdichten Theilchen, wie aus dem Beyspiele der Thier- und anderer Steine und harter Körper überhaupt erhellt, bey welchen sämmtlich das Band der Theile nur dann gelößt wird, wenn sich die Luft daraus entwickelt.

Zur Unterstützung dieser Lehre gab der Wundarzt zu Dublin, David Macbride [i]) im Jahr 1764 eine Reihe sehr zahlreicher und gut angestellter Versuche heraus, welche die Naturlehre und Physiologie ungemein erweiterten. Aus diesen Versuchen erhellet, daß nicht allein von den brausenden Substanzen und in Gährung gehenden Stoffen, sondern auch von allen thierischen Stoffen, welche zu faulen anfangen, fixe Luft entbunden werde. Um nun die äußerste Leichtigkeit zu beweisen, womit sich diese Luft sowohl mit dem

h) Elementa physiolog. Tit. I. cap. I.
i) Experiment. essays. Lond. 8.

dem Kalke, als den fixen und flüchtigen Laugenſalzen verbinden kann, bediente ſich Macbride einer Vorrichtung, welche unter dem Nahmen der Macbrideſchen bekannt iſt, obgleich der erſte Gedanke derſelben dem Herrn Black zugehört. Er that nämlich nach und nach brauſende ſalzige Stoffe, gährende Subſtanzen aus dem Gewächsreiche, und endlich faule thieriſche Stoffe in eine Flaſche, ließ die Luft, welche aus denſelben entbunden ward, durch eine krumme Röhre gehen, und in einer Flaſche auffangen, in welche er Kalkwaſſer, fixes Laugenſalz, flüchtiges ätzendes Laugenſalz, nach einander that; ſobald die aus der Miſchung entbundene fixe Luft die Oberfläche des Kalkwaſſers berührte, ſo machte ſie es trübe, und bald darauf fiel die Erde derſelben nach und nach unter der Geſtalt der Kalkerde nieder. Eben ſo verhielt es ſich mit den flüchtigen und fixen ätzenden Laugenſalzen. In dem Maaße, wie ſich die fixe Luft mit ihnen verband, erhielten ſie die Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, wieder, und wenn ſie hinlänglich in die Enge gebracht waren, ſo erlangten ſie auch ihre feſte Geſtalt wieder und ſchoſſen in der Flaſche an. Dieſe letztere Erfahrung zeigt, daß, wenn das fixe Gewächslaugenſalz nicht anſchießt, ſolches deßwegen nicht geſchieht, weil es durch die Gewalt des Feuers gebildet und zubereitet, und gemeiniglich nur von der ihm eigenthümlichen Menge fixer Luft beraubt erhalten wird; man darf ihm daher nur ſolche wieder geben, ſo ertheilt man ihm auch zugleich die Eigenſchaft, anzuſchießen, wieder.

Die mancherley Verſuche über die große Menge fixer Luft, welche von den in Fäulniß gehenden thieriſchen Stoffen entbunden wird, leiteten ihn zu der Folgerung, daß

daß die Festigkeit, der Zusammenhang und der gesunde Zustand der fleischigen Theile nur von der Gegenwart dieser nämlichen elastischen Flüssigkeit abhangen, und daß nur in dem Maaße, wie die fixe Luft durch die Gährung aus ihnen entbunden wird, auch ihr Gefüge zerstört werde, die Bestandtheile derselben sich von einander trennen und scheiden, um sich hernach in einer andern Ordnung wieder zu vereinigen, und neue von der erstern sehr verschiedene Verbindungen zu liefern.

Alles dieß lehrte schon van Helmont; folgende Entdeckung aber, vorausgesetzt, daß sie hinlänglich ausgemacht sey, gehört ganz dem Herrn Macbride zu: daß nämlich halb verfaultes Fleisch, welches einen Theil der in seine Zusammensetzung eingehenden Luft verlohren hat, seine vorige gesunde Beschaffenheit wieder erhalten kann, wenn man ihm die fixe Luft wieder giebt; zur Bewirkung dieses Erfolgs ist es hinreichend, wenn man es dem Dampfe eines beliebigen gährenden Stoffs, oder einem Strome durch Brausen entbundener Luft aussetzt.

Macbride wendet diese verschiedenen Erfahrungen zur Erklärung der Erscheinungen bey der Verdauung an; er zeigt, daß alle Mischungen, welche wir bey unsern Nahrungemitteln vorzunehmen pflegen, in kurzer Zeit zu gähren im Stande sind, daß die Mischungen thierischer und vegetabilischer Substanzen sogar geschickter zur Gährung sind, als es jede von diesen Substanzen vorher war, und daß von allen zur Nahrung dienenden Versetzungen, mit welchen er sehr viele Versuche angestellt hat, allezeit eine beträchtliche Menge fixer Luft entbunden wird. Diese Entbindung muß, nach Macbride, in dem

Ma-

Magen der Thiere auf eben dieſe Art ſtatt finden dieſe fixe Luft werde nach ſeiner Meynung von den Milchſafte eingeſogen oder mit ihm verbunden, und gehe in dieſem Zuſtande in den Umlauf des Blutes über, oder werde in den Gedärmen von den beſonders zu dieſer Art von Abſonderung beſtimmten Gefäße eingeſogen, und gehe darnach in beyden Fällen durch die Ausdünſtung oder mit dem Urine weg. Das Kalkwaſſer ſchien ihm zu einem Probierſteine für dieſe Gattung brauchbar zu ſeyn; auch bemächtigt ſich wirklich der Kalk wegen ſeiner ſtarken Neigung zur fixen Luft derſelben mit Begierde, und wird durch ſie geſättigt ſo oft man ihn mit einer ſolchen Flüſſigkeit miſcht da er alsdenn unauflöslich wird, und daher als rohe Kalkerde zu Boden nieder fällt. Auf dieſe Art hat er wahrgenommen, daß friſch gelaſſenes Blut eine große Menge fixer Luft enthält; umſtändlichere Erfahrungen haben ihn nachher gelehrt, daß dieſe Luft ihren Sitz in dem rothen Theile hatte, dahingegen das Blutwaſſer derſelben beraubt war. Ferner hat er durch Verſuche derſelben Art gefunden, daß der Schweiß und der Urin viele fixe Luft enthielten da im Gegentheil die Galle, und beſonders der Speichel, anſtatt dieſelbe zu enthalten, vielmehr ein Beſtreben, dergleichen einzuſaugen, äußerten.

Andere ſehr zahlreiche Verſuche über die Gährung der gemiſchten Nahrungsmittel, und dasjenige, was die Gährung beſchleunigen oder verzögern kann, leiteten Macbride'n zu ſehr wichtigen Betrachtungen über die faulen Krankheiten und den Seeſcharbock. Dieſe Krankheiten rühren nach der Lehre des Herrn Macbride von der Fäulniß oder von der Beraubung einer gewiſſen zur geſunden Be-

ſchaf-

schaffenheit nothwendig erforderlichen Menge fixer Luft her; auch bemerkt er, daß der Genuß thierischer Speisen in Krankheiten dieser Art das zweckwidrigste Verhalten sey, weil solche viel weniger fixe Luft durch die Gährung liefern, als die Gewächse, da hingegen die Heilmethode in dem Genusse von Gewächsen und dem Gebrauche aller zur Lieferung einer Menge von fixer Luft geschickter Stoffe besteht. Nach diesen Grundsätzen räth Macbride den Gebrauch des Malzschrotes wider den Scharbock an; dieser Stoff, welcher nichts anders als gekeimte und geschrotene Gerste ist, liefert durchs Kochen eine zur Gährung sehr geschickte Flüssigkeit, welche mehr fixe Luft, als irgend ein anderer Gewächsstoff, liefert.

In Ansehung der Fäulnißwidrigen Wirkung der Säuren behauptet Macbride, daß man solche nur der Eigenschaft, sich mit den laugensalzigen Theilen der in Fäulniß gehenden Stoffe zu vereinigen, und sie mittelsalzig zu sättigen, zuschreiben dürfe, welche dieselben in einem hohen Grade besitzen; aber dieses Mittel ist seiner Meynung nach mehr lindernd, als heilend, weil es die Theile nicht wie die fixe Luft wieder zu ihrem natürlichen Zustand bringt.

Außer diesen angeführten Versuchen, welche wesentlich zur Lehre des Herrn Macbride gehören, enthält seine Abhandlung noch eine große Menge anderer, von welchen die hauptsächlichsten folgende sind:

1. Der leere Raum der Luftpumpe beschleunigt die Entbindung der fixen Luft aus den gährenden Substanzen.

2. Die Kalkerden besitzen die Eigenschaft, die Fäulniß zu beschleunigen.

3.

3. Der Kalk äußert eine ganz beſondere Eige ſchaft auf die thieriſchen Subſtanzen; er zerlegt nämlich, indem er ihnen die fixe Luft, welche ſie er halten, entzieht, und bewirkt dadurch gewiſſer Maaß einen der Fäulniß ähnlichen Erfolg.

4. Oel vereinigt ſich mit den fixen Laugenſa zen nur in ſo weit, als es der Luft beraubt i Läßt man den Dunſt zweyer brauſender Körper, od einer beliebigen gährenden Miſchung, zu einer Seife auflöſung kommen, ſo verbindet ſich die entbunde fixe Luft nach und nach mit dem fixen Laugenſalze Seife, und zugleich ſteigt das frey gewordene L nach der Oberfläche auf.

5. Die rectificirenden brennenden Geiſter faug fixe Luft ein, wenn man ſie ihnen darbietet.

Macbride beweißt ferner, daß das flüchti Laugenſalz, welches während der Fäulniß der thie ſchen Stoffe entwickelt wird, bald in ſeiner natür chen Beſchaffenheit, d. i. mit aller ſeiner Luft ver hen, bald aber völlig der Luft beraubt und in ein ätzenden Zuſtande iſt; er hat z. B. durch umſtändli Verſuche gefunden, daß faules Blut, wie der Gei welchen man aus demſelben erhält, mit Säuren bra ſete, da hingegen ebenfalls faul gewordene Galle, n auch die von faulendem Fleiſche ausfließende Flüſſigke nicht brauſeten, welches auch von dem durch Deſti ren aus ihnen gezogenen Geiſte galt.

Aus allen ſeinen Verſuchen ſchließt Macbri daß die fixe Luft eine von der atmoſphäriſchen Luft v ſchiedene elaſtiſche Flüſſigkeit ſey; daß erſtere ohne G fahr ſowohl in die Gedärme, als auch in andere Th der thieriſchen Oekonomie gebracht werden könne, o

daß eine Unordnung daraus entstehe, dahingegen die atmosphärische Luft daselbst traurige Folgen bewirken würde; daß aus einer ganz entgegengesetzten Wirkung die Thiere nicht leben können, ohne unaufhörlich die Flüssigkeit, welche unsere Atmosphäre ausmacht, zu athmen, da im Gegentheil die fixe Luft sich sehr leicht, sowohl mit dem Kalke, als mit den Laugensalzen, verbinde, die atmosphärische Luft aber keinesweges, wenn auch die nämlichen Mittel angewendet werden. Endlich bemerkt Macbride noch, daß die fixe Luft in unserer Atmosphäre verbreitet angetroffen werde, weil der Kalk und die ätzenden Laugensalze ihre ätzende Eigenschaft an der Luft verlieren, und dagegen die, mit Säuren zu brausen, erhalten.

Brownrigg [k]) hat in einer Abhandlung Untersuchungen über das Spaawasser angestellt, worin er sich auf eine schon im Jahr 1741 der königl. Akademie zu London übergebene Schrift beruft, in welcher er erwiesen habe, daß die Kraft der Mineralwasser hauptsächlich nicht von den mit ihnen vereinigten erdigen und mineralischen Theilen, sondern vielmehr von einem feinen und elastischen Geiste herrühre, bey dessen Verfliegung die Mineralwasser matt würden und alle Kraft verlören. Dieser elastische Geist verrathe sich durch seine beträchtliche Säure und seinen stechenden Geschmack, sey aber von der Art, daß er noch von Niemandem aus den Wassern der Sauerbrunnen habe geschieden und genau untersucht werden können. Brownrigg

k) An experimental enquiry into the mineral elastic spirit, or air, contained in Spa Water; as will as into the mephitic qualities of thus spirit in Philos. Transl. Vol. LV. p. 218. sqq.

rigg erhielt nachher Gelegenheit, Verſuche mit der Spaawaſſer und beſonders mit dem von Pouhon anzu ſtellen, und wandte allen ſeinen Scharfſinn an, die mit den Waſſern gemiſchte Luft abzuſcheiden. Sei erſten Bemühungen fielen fruchtlos aus, bis er zulet auf Handgriffe fiel, ſolche mit Hülfe des Feuers z ſcheiden, da denn das Waſſer, nachdem dieſer Ge ausgetrieben war, allen ſcharfen Geſchmack und Kra verloren hatte, Säurebrechende Erde und Eiſentheil von demſelben geſchieden waren, und bloße Salze i Waſſer blieben. Da aus dem durch eine ledige Bla von aller Gemeinſchaft mit der atmoſphäriſchen Lu abgeſonderten Pouhonwaſſer die Stickluft weder vo ſelbſt, noch durch die größte Wärme des dortige Himmelsſtriches abgeſondert, ſondern durch eine Hit von 110° nach Fahrenh. nur ſehr langſam, und durc eine Hitze von 160 bis 170° nicht gänzlich binne 2 Stunden herausgetrieben ward, ſo ſchließt Brown rigg, daß ſich ſolche wirklich in einer wahren genaue Verbindung mit den übrigen Beſtandtheilen befind Auch bleiben die ſäurebrechende und Eiſenerde aufg löſt, ſo lange jene nicht abgeſondert werde. Mit der in einer Blaſe aufbewahrten elaſtiſchen Geiſte ſelb ſtellte Brownrigg auch verſchiedene Verſuche an welche ihm ſeine ſchädliche Beſchaffenheit völlig dar thaten. Denn Thiere, welche in ſelbigen gebrach wurden, ſtarben ſogleich.

In der Folge lieferte Brownrigg eine Fort ſetzung ſeiner Unterſuchung [l]). Die Kälte ſondert die Luft ebenfalls beym Gefrieren aus dem Waſſer ab uni

l) Philoſoph. Transact. Vol. LXIV. for the year 1774 p. 375. ſqq. überſ. in Crells chemiſch. Journ. Th. I S. 178. f.

und das Eis lieferte durch Aufthauen ein weißes trübes Wasser, welches seine Erden fallen ließ, fast allen Geschmack verloren hatte, und durch ein zweytes Gefrieren alles völlig verlor. Da hiebey kein flüchtiger, saurer oder schwefelichter Geist, noch irgend etwas anders, als die mephitische Luft, habe entdeckt werden können, so sey diese das Verbindungsmittel der Erde mit dem Wasser, durch welche sie wiederum ihre Flüchtigkeit und Elasticität verliere. Ihre Auflösungskraft bestärke die Wiederherstellung des Pouhonwassers durch Beymischung derselben, worüber sich Brownrigg auf die Herrn Cavendish und Lane beruft. Man könne die Verbindung derselben mit dem Eisen für ein metallisches Mittelsalz halten; auch habe die mephitische Luft alle Eigenschaften, welche sauren Salzen zugeschrieben werden. Sie werde vom Wasser aufgelößt, ertheile ihm einen scharfen säuerlichen Geschmack und bilde, in Verbindung mit metallischen und säurebrechenden Erden, verschiedene mittelsalzige Substanzen, die im Wasser aufgelößt werden, und demselben einen besondern Geschmack mittheilen. Man könne diese Luft also zugleich einen mineralischen, elastischen, salzartigen Geist nennen und ihn hinlänglich von andern salzartigen Geistern dadurch unterscheiden, daß er so dünn ausgedehnt sey.

Hiernächst beweißt Brownrigg die Aehnlichkeit solcher Verbindungen mit Mittelsalzen durch ihre Zerlegung vermöge des Feuers stärkerer Säuren und der Laugensalze, wo er auch seinen Geist als eine Säure betrachtet und eine Luftsäure nennt, und bey dem Fällen der Seifen durch Sauerbrunnen die doppelte Zerlegung und Verbindung anzeigt.

Brownrigg erklärt ferner aus der Flüchtigk des geiſtigen Weſens und der Zerlegung durch die meine Luft, daß man ſolche mittelſalzige Stoffe a dem Pouhonwaſſer bisher nicht in einer feſten Geſt habe erhalten können. Die mephitiſche Luft habe zu ſehr viele Aehnlichkeit mit den ſauren Geiſtern weg ihrer Auflöslichkeit im Waſſer, ihres Geſchmacks, rer Vereinigung mit erdigten Stoffen und ähnlich Trennbarkeit ſolcher Verbindungen, wie andere M telſalze, unterſcheide ſich aber von denſelben durch il Ausdehnung und Elaſticität, und daß ſie den Ve chenſaft und andere blaue Säfte nicht roth färbe.

Brownrigg überläßt es daher andern, zu en ſcheiden, ob und unter welchen Umſtänden dieſer lu falzartige Geiſt den Nahmen einer Säure verdie Er führt an, daß viele Chemiker, und beſonders Boe haave, Becher, Hoffmann, van Helmon aus der Betrachtung verſchiedener Wirkungen z. B bey der Anfreſſung des Eiſens u. d. gl. eine Luftſäu angenommen, aber, weil ſie ſolche nicht in einer ſich baren Geſtalt erhalten konnten, verſchiedene ihr vorzüglichſten Eigenſchaften nicht kennen gelernt habe und meint endlich, daß man von der großen Feinh derſelben und ihren übrigen Eigenſchaften auf ih auflöſende Kraft in den kleinſten Gefäßen des menſch lichen Körpers, und ihre große fäulnißwidrige Eige ſchaft ſchließen und daraus ihre außerordentliche Wi kung in ſehr hartnäckigen Krankheiten herleit könne.

De Machy entwarf ſchon im Jahr 1766 ei Abhandlung über einige der Luft zugeſchriebene Eige ſchaften, welche der königlichen Akademie der Wi ſenſchaften vorgeleſen, und nach dem Berichte der Herre

Rollet und Macquer mit abgedruckt werden sollte. Allein dieß geschahe nicht. Er lieferte daher selbst einen Auszug derselben in Rozier's Journal m). Sie enthält 35 Versuche mit Folgerungen, und ist gegen die Lehre von der fixen Luft gerichtet, wie solche von Hales und nachher von Black und Macbride vorgetragen war.

Bey der Wiederholung der Versuche des letztern fand de Machy sogleich, daß Kalkwasser von der Durchlassung desjenigen, das beym Brausen des zerflossenen Weinsteinsalzes mit Vitriolgeist wegging, nur gegen die Oberfläche trübe und erst durch Schütteln durch und durch milchig ward, daher dieß nicht von eingesogener Luft herrühren könne, als welche sich gleichförmig mit demselben mischen müßte. Eben dieß erfolgte, da ein Tropfen verdünnten Laugensalz- und verdünnten Vitriolgeistes jeder zu 12 Tropfen Kalkwasser gegossen ward, daß also die Säure eben so wirkte, wie die fixe Luft wirken sollte. Mit Kalk bereiteter Salmiakgeist, welcher mit Säuren nicht brauste, gab, nach Art des ersten Versuchs bis zur Sättigung geschwängert, Krystalle und braußte nunmehr stark mit Säuren.

Da das Resultat der drey ersten Versuche Zweifel in ihm erregte, ob solches Brausen von beygetretener fixen Luft herrührte, so band er, anstatt der zweyten Flasche des Macbrid'schen Geräthes, eine leere Blase vor eine angebrachte 2 Fuß lange krumme Röh-

m) Precis d'un mémoire lu à l'Acad. roy. des scienc. de Paris par M. *de Machy* sur certaines modifications de l'air in Rozier journal de phys. T. III. Juin.

Röhre, welche am Boden durchſtochen, und um ei
Thermometerröhre gebunden war, nach deren V
ſchließung die Blaſe vom Brauſen des zerfloſſen
Weinſteinſalzes mit Vitriolgeiſt ausgedehnt, di
Luft nach dem Boden hin gedrückt und abgebunde
dieſer Band auch, nach abgenommener Blaſe, dur
Einblaſen in den leeren Theil dicht gefunden ward.
ließ alles eine Viertelſtunde liegen, damit die Dämp
verdichtet werden möchten, und darauf die erhalte
Luft durch die nunmehr geöffnete Röhre in mit Ka
bereitetem Salmiakgeiſt gehen, welcher auch einige Lu
blaſen erregte; aber der Salmiakgeiſt braußte darna
nicht mit Säuren, woraus de Machy ſchließt, d
keine von Körpern entbundene Luft das Brauſen nic
verurſache.

Ferner bemerkt de Machy, daß unter der Gl
ke der Luftpumpe nach verrichteter Ausleerung, wob
das Queckſilber in einer angebrachten Röhre um 2 Z
fiel, vom Brauſen des zerfloſſenen Weinſteinſalzes n
Vitriolgeiſt das Queckſilber ſchnell um 1 Zoll $2\frac{1}{2}$
nien ſtieg und eine ganze Stunde ſtehen blieb, n
eingeſchloſſenem ätzenden Salmiakgeiſte aber nicht bra
ſend geworden war, der doch Luft habe anziehen mü
ſen, welcher alſo dieſe Erſcheinung nicht zugeſchrieb
werden dürfe; auch ward der Salmiakgeiſt nicht bra
ſend, wenn die Luft aus einer Flaſche durch einen hac
röhrenartig gezogenen Heber hineingelaſſen ward, u
alſo nach de Machy bloße Luft hineinkommen konnt
auch dann nicht, als ein durchgängig gleich weiter, ab
auf- und niedergebogener Heber angewandt war
deſſen Krümmungen die Dämpfe zurückhielten, wel
de Machy nachher beym Saugen aus demſelben
merkte.

Na

Nachdem de Machy seine Art, das Metall der Werkzeuge unter der Glocke durch eine untergebrachte Pappe gegen das Anfressen zu sichern, beschrieben hat, so versichert er, bey der Anwendung der Salz- und Salpetersäure, statt der vitriolischen, und der Kupfer- Eisen- und Spiesglanzspäne, oder auch beym Gebrauche anderer Metalle statt des Weinsteinsalzes, gleiche Resultate erhalten zu haben; allemal sey viele Luft bewirkt worden, aber der Salmiakgeist habe nicht die geringste Neigung zum Brausen bekommen, daß folglich zu solchem Erfolge im Macbrid'schen Geräthe eine andere Ursache, als die Luft, zu finden seyn müsse.

De Machy ließ daher Weinsteinsalz mit Vitriolöl in einer tubulirten Retorte mit einer Vorlage brausen, wählte aber darnach, damit das Sprützen und Steigen des Schaums in den Hals der Retorte keinen Irrthum verursachen möchte, einen Kolben und Helm aus einem Stücke, dessen enger Hals keine Tropfen, sondern nur unsichtbare mit der Luft fortgerissene Dämpfe in den Helm durchließ, da denn ein wenig in den Helm gekommenes zerflossenes Weinsteinsalz gleich anschoß, und nach vielen vergeblichen Bemühungen endlich ohne andere Wärme, als diejenige, welche durch die Mischung entstand, 12 Tropfen einer sehr klaren Flüssigkeit erhalten wurden, welche mit dem Vitriolgeiste nicht, wohl aber mit zerflossenem Weinsteinsalze braußten, wie denn auch ätzender Salmiakgeist, mit welchem die Vorlage ausgeschwenkt war, darnach mit Säuren stark braußte, und Kalkwasser bey einem wiederholten Versuche von solcher Flüssigkeit gleich trübe ward. Durch Sättigung der Salpeter- und Salzsäure und des destillirten Weines-

ſigs mit zerfloſſenem Weinſteinſalze erhielt de Machy ebenfalls allemal nur wenig von ſolchen Dämpfen, aber dieß wenige zeigte, ſowohl am Kalke, als am Salmiakgeiſte, dieſelben Erſcheinungen.

Um zu erfahren, ob die durch Gährung entwickelte Luft eben ſo wirkende Dämpfe mit ſich fortriſſe, ließ de Machy in einer großen 4 Pinten faſſenden Flaſche, in deren Mündung ein Pfropf verklebt war, worin eine gebogene Röhre ſteckte, deren anderes Ende bald in einen großen Kolben, bald in eine kleine Phiole geleitet ward, nach einander Malzſchrot mit warmem Waſſer und Hefen, Johannisbeeren- und Traubenſaft gähren; die Röhre ſah nur ſo lange feucht aus, als die Gährung mit Aufwallen vor ſich gieng. Die wenige Flüſſigkeit, die erhalten ward, fällte das Kalkwaſſer ebenfalls, und ertheilte dem Salmiakgeiſte das Vermögen, mit Säuren zu brauſen; ſie könne alſo mit den gedachten Dämpfen verglichen werden, und beweiſe offenbar, daß dieſe Wirkungen nicht von der reinen Luft herrühren. De Machy ſuchte auf eben dieſe Art Bier und Wein mit Kräutern aus der Claſſe der Gewächſe mit kreuzförmigen Blumen im Sandbade zur Eſſiggährung zu bringen; die vom Weine erhaltenen verdichteten Dämpfe waren bloß wäſſerig und eine vorgebundene Blaſe ward wenig ausgedehnt, daß alſo bey der Eſſiggährung keine Luft entbunden wurde; aber das Bier war ſehr bald faul geworden, da denn die durch die Verdichtung der Dämpfe erhaltene Flüſſigkeit, wie die vom gefaulten Blute, Hammelfleiſche und Unrathe, mit fixen Laugenſalzen braußte, den Kalk fällte, und den flüchtigen laugenſalzigen Geiſt brauſend machte.

Da diese Dämpfe oft einen auffallenden Geruch verbreitet hatten, so versuchte de Machy sie auch zu schmecken und hielt zu dieser Absicht den Mund an das Ende der krummen Röhre; die Dämpfe vom Brausen der Vitriolsäure mit Laugensalz schmeckten ekelhaft, die der Salpetersäure stechend, wie schäumender Champagner, die der Salzsäure beynahe eben so, aber minder durchdringend, und des Essigs auch so, nur schwächer. Gährendes Bier gab erstickende Dämpfe, Johannisbeeren saure wie Essig, Wein stechende wie der Salpetergeist, Wein bey der Essiggährung keine merkliche Dämpfe, und die Dämpfe von faulenden Substanzen erregten Erbrechen. Einige von diesen Dämpfen z. B. vom Weine, Biere und den faulenden Stoffen, waren entzündlich. Dieß beweise, daß alle Dämpfe, wenn sie säuerlich wären, noch andere mit der Luft entwickelte Stoffe bey sich führen, wodurch sie verschieden ausfallen; eine nähere Prüfung sey dadurch unmöglich geworden, daß immer nur wenige Tropfen erhalten wären; überdem werde auch die Säure der Dämpfe durch die Anfressung der Oberfläche des Queckſilbers in der an der Glocke der Luftpumpe angebrachten Röhre bewiesen.

Recht faules schwärzliches und halb weiches Hammelfleisch erhielt durch die von den Dämpfen beym Brausen der drey Säuren mit fixen Laugensalzen, und den weinigten und faulen Gährungen erhaltene Flüssigkeit, wo sie es berührte, wieder eine Festigkeit und lebhafte Farbe. In allen obgedachten Fällen dürfe man also die Erscheinungen nicht der aus Körpern entwickelten und von andern kräftig angezogenen fixen Luft zuschreiben, sondern sie rühren bloß von den mit derselben aus den Körpern entwichenen Dämpfen

her, weil die von ihnen gereinigte Luft ſolche Erſcheinungen nicht zeige, wohl aber die ſolcher Luft beraubten Dämpfe ſie bewirken. Daß ſie bey den Macbrid'ſchen Verſuchen, beſonders mit faulen Körpern, auffallender ausgefallen ſeyen, rühre von der größern Menge der Dämpfe und ihrer Abſetzung unter einer beträchtlichen Ausdehnung her.

Weil nun ſolche Luft zur Veränderung der Beſchaffenheit oder Eigenſchaften der Körper, mit welchen ſie ſich ſo ſchnell verbinden ſoll, nicht beyzutragen ſcheine, ſo möge man wohl zweifeln, daß ſie wirklich mit ſelbigen ſich vereinige und von ihnen eingeſogen werde. Wo man eine Einſaugung oder Verminderung der Luft anführe, glaube er bemerkt zu haben, daß ſolche zu Waſſer geworden und nicht eingeſogen ſey. Er legte nämlich ein glühendes Stück Eiſen auf einem drey Zoll hohen umgekehrten Schmelztiegel auf das angefeuchtete Leder des Tellers der Luftpumpe, ſchüttete 12 Gran Schwefelblumen darauf und deckte ſogleich die Glocke darüber; das feuchte Leder gab zwar einige Dämpfe, welche aber nicht über das Eiſen ſtiegen, als ſo hoch die Glocke beſchlug; der Schwefel brannte, die Glocke ward an das Leder feſt geſogen; aber ſo lange der Schwefel brannte, floß Waſſer vom obern Theile der Glocke herunter und gab deutliche Tropfen, welche auf das Leder fielen. Nach der Erkaltung blieb die Glocke ſo feſt angeſogen, als wenn ein Zug mit dem Stempel geſchehen wäre.

Um allen Verdacht der Feuchtigkeit zu verhüten, legte de Machy bey der Wiederholung des Verſuchs einen $\frac{1}{2}$ Zoll dicken und 1 Zoll breiten Ring von weichem Wachſe unter die Glocke; dieſe ward bald

angesogen, die Dämpfe waren eben so häufig, Wasser floß von allen Seiten nieder und die vorher gewogene Glocke wog nachher 15 Gran mehr, als vorher, obgleich einige Tropfen saures Wasser auf den Teller gefallen waren. De Machy folgert aus diesem Versuche, daß wenigstens 5 Gran Wasser hervorgebracht seyen. Diese müßten nun entweder in der unter der Glocke eingeschloßnen Luft befindlich gewesen, oder durch die Einsaugung solcher Luft entstanden seyn; nun glaube man zwar, daß Wasser in der Luft befindlich sey, allein dieß betrage wenig, weil z. B. eine Unze Weinsteinsalz erst in 12 bis 14 Tagen Wasser genug zum Zerfließen anziehe, und vergleiche man hiemit die bekannte Erfahrung, daß man in wenigen Stunden viel Wasser aus der Atmosphäre um Gefäße, welche mit Eis gefüllt oder sehr abgekühlt wären, sammlen könne, so müsse man zugeben, daß gedachter Zuwachs nicht von dem in der Atmosphäre enthaltenen Wasser, sondern von der Luft geliefert werde. Nun nähme aber eine Quantität Luft, welche 5 Gran wöge, einen 800mal größern Raum ein, als 5 Gran Wasser, und die Abwesenheit eines solchen Umfanges sey mehr als zureichend, die angeführte Leere zu bewirken; überdem sey auch eine solche Abwesenheit aus dem Zischen beym Abnehmen der Glocke von dem grünen Wachse merklich genug abzunehmen gewesen. Man sehe also auf der einen Seite Luft verschwinden, und auf der andern mehr Wasser entstehen, als man im Schwefel vermuthen könnte; es scheine, daß man es in seiner Gewalt habe, diese Wasserbewirkung in freyer Luft durch Veränderung der Körper, welche dazu tauglich wären, oder durch Verstärkung ihrer Kraft, nach Belieben abzuändern. Ob man nun noch, frägt er, Bedenken tragen könne, zu glauben, daß die angeb-

gebliche Einſaugung der Luft nichts anders, als eine Verwandlung derſelben in Waſſer ſey?

De Machy wiederholte den Verſuch, nur mit Anbringung der Röhre mit Queckſilber und ſchnellem Auspumpen, um ſolches um Eine Linie zum Fallen zu bringen, indem nach dieſer Theorie weniger Waſſer ſich zeigen und das Queckſilber weniger fallen, dieß aber ſich merklicher und ſchneller wahrnehmen laſſen müſſe, wenn der Erfolg von dem in der Luft enthaltenen Waſſer herrührte. Der Schwefel brannte langſamer, ſeine Dämpfe ſchwebten herum, das Queckſilber fiel nicht, und kaum waren einige einzelne Tropfen zu ſehen.

Da nach Hales nichts mehr die Luft ſtärker einzuſaugen im Stande ſeyn ſollte, als eine Miſchung von Salmiak und Vitriol, ſo ſtellte de Machy auch dieſe unter ſeiner aufs Leder geſtellten Glocke an; ſie ward heftig angezogen, die Dämpfe waren häufig und überall in der Glocke zu ſehen, fraßen die metallenen Stücke an und floſſen an allen Seiten nieder.

Bey der Zerlegung des Salmiaks durch Kalk und fixes Laugenſalz ward die Glocke ebenfalls angezogen und eine Menge wäſſeriger Dämpfe wahrgenommen.

Als 2 Quent. Salmiak mit 1 Quent. Vitriolöl unter der Glocke gemiſcht wurden, nachdem das Queckſilber zu einem Fallen von 2 Zoll gebracht war, ſtieg es ſogleich um einen Zoll und 4 Linien, fiel aber beynahe in einem Augenblicke wieder und blieb ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Linien über gedachte 2 Zoll ſtehen; wobey de Machy bemerkt, daß die hervorgebrachte Luft, weil ſie ganz feucht geweſen wäre, viel ſchneller zu Waſſer geworden, und nur ein ſehr kleiner Antheil Luft geblieben

ben sey, indem die Dämpfe besonders stark in der Glocke niedergeflossen seyen; der nämliche Versuch habe mit Kochsalz angestellt gleiche Erscheinungen gezeigt.

Als Salpeter statt des Salmiaks zerlegt ward, schwankte das Queckſilber gelinde in der Röhre, und blieb Eine Linie über die 2 Zoll stehen, wohin de Machy es hatte fallen lassen.

Wie 3 Quent. Salpetersäure in dem nämlichen Geräthe unter gleichen Umständen auf 1 Quent. Eisenfeilspäne gegossen wurden, stieg das Queckſilber stark in der Röhre, fiel darnach 3 Linien unter die 2 Zoll, und hielt sich daselbst über eine Stunde, als so lange de Machy die Vorrichtung bey jedem Versuche stehen ließ.

Man sehe also, sagt de Machy, daß die sogenannte Einsaugung, welche in allen diesen Fällen von der Gegenwart eines Ueberschusses von Feuchtigkeit begleitet werde, nicht statt finde, wenn weniger Luft da sey, wie der Stand des Queckſilbers in der Röhre lehre, und dann auch außerdem bey verschiedenen Körpern kein merkliches Wasser erscheine.

In Ansehung der Luft, welche sich allmählig mit gewissen Flüssigkeiten verbinde, beweisen Mariotte's, Musschenbroek's und Nollet's genauere Versuche, daß solches sehr langsam vor sich gehe, sehr wenige aufgenommen und nicht eigentlich mit ihnen verbunden werde, weil man sie leichter und schneller davon wieder trennen könne, als sie eingegangen sey; inzwischen hat doch de Machy versuchen wollen, was für einen Unterschied sehr starkes Vitriolöl und sehr trockenes Weinsteinsalz an freyer Luft unter einer geräumigen Glocke und im luftleeren Raume zeigten.

Er

Er ſtellte alſo 3 Gläſer, jedes mit einem Quent. Vitriolöl und auswendig geklebtem Papiere zur Bezeichnung, wie hoch es ſtand, eines auf ein Bret in ſeinem Zimmer, das zweyte auf ein anderes Bret, über welches eine Glocke, die eine Pinte faßte, gedeckt ward, und das dritte unter die Glocke der Luftpumpe, welche ſo weit ausgeleert ward, daß das Queckſilber um eine Linie fiel; nach drey Tagen hatte es im erſten 2 Linien, im zweyten etwas weniger als eine halbe Linie hoch, und in dem dritten in ſechs Tagen gar kein Waſſer angezogen. Ein Quent. Weinſteinſalz ward unter gleichen Umſtänden in drey Tagen an freyer Luft feucht, unter der Glocke nur teigicht, und ſahe im luftleeren Raume ſogar in 8 Tagen kaum ein wenig verändert und ſchwammig auf der Oberfläche aus.

De Machy glaubte daher bewieſen zu haben, daß man in allen den Fällen, wo man der fixen Luft, welche aus Körpern entbunden und von andern angezogen werde, die an letztern bemerkten Erſcheinungen zuſchreibe, die Luft mit den zugleich ausdünſtenden ſauren Dämpfen verwechſelt habe, und letztere allein die gedachten Erſcheinungen hervorbringen, da im Gegentheil die Luft nicht einmal in ſolche Körper eingehe. Das Daſeyn ſolcher Dämpfe ſey Hrn. Hales nicht entgangen, und er eigne ihnen ohne Bedenken die böſen Eigenſchaften ſeiner künſtlichen Luft zu; de Machy glaubt, einige entſcheidende Verſuche über ihre Beſchaffenheit hinzugefügt und bewieſen zu haben, daß die vorgegebene Einſaugung der Luft dieſer zur Bindung derſelben in den Körpern nothwendig erforderliche Erfolg, in vielen Fällen nichts anders, als eine Verwandlung derſelben in Waſſer ſey, wozu er noch einen überzeugenden Beweis hinzufügen wolle,

daß

daß alle die ungeheure Menge Luft, die man aus den Körpern erhalte, von dem in ihnen enthaltenen Wasser herrühre.

Die ersten Einwürfe, welche dem de Machy beym Lesen des Halesschen Werkes einfielen, betrafen nicht die erstaunliche Menge bewirkter Luft, sondern die Vorrichtungen des Hales, an welchen er einige Mängel bemerkte, die der Genauigkeit der Rechnung zur Schätzung aller dieser Luft entgegen seyn mußten, indem, wenn in der einen andere Produkte der Destillation, als die Luft, sich mit dem Wasser verbänden, nothwendig eine falsche Rechnung entstehen, und in der zweyten zur Reinigung der Luft von allen fremdartigen Theilen ein Theil derselben, da sie so zertheilt aus den Körpern trete, in solchem Wasser zurückbleiben müßte. De Machy lernte die von Rouelle dazu gebrauchte Vorrichtung erst aus der Uebersetzung der Henkelschen Schriften seiner flora saturnizans kennen, woselbst diese Vorrichtung kurz beschrieben und ihre Vorzüge vor der Halesschen aufgestellt sind, und glaubte zu einer genauern Berechnung zu gelangen, wenn anstatt des Wassers die schwerste Flüssigkeit, welche am geringsten verdunstet und zugleich am beweglichsten ist, genommen würde.

Er versuchte also eine verschiedentlich gekrümmte Barometerröhre mit dem Heber einer zinnenen Vorlage so zu verbinden, daß die bey der Destillation der in einer Retorte enthaltenen Stoffe sich entwickelnde Luft das in einem krummen Theile der Röhre befindliche Queckſilber hinauftreiben sollte; allein sie schlich zwischen dem Queckſilber und der Röhre durch und trieb ersteres zurück. Nach einer Abänderung der Krümmungen gelang es besser; allein das Queckſilber

blieb

blieb voll unzähliger Luftblaſen. De Machy brachte daher den Heber der Vorlage vermöge einer eingekitteten gekrümmten Röhre mit der Glocke einer Luftpumpe in Verbindung, an welcher ein Barometer angebracht war, und leerte die Glocke ſo weit aus, daß das Queckſilber um 3 Zoll fiel, da denn die aus der Retorte kommende Luft ſich in der Glocke verbreiten und das Queckſilber zum Steigen bringen mußte, aus deſſen Höhe ſich die Menge der Luft berechnen ließ; allein die Verſuche gaben bey dreymaliger Wiederholung, auch in Hales Vorrichtung, nie gleiche Reſultate, welches ihm von der verſchiedenen Wirkſamkeit des Feuers, dem verſchiedenen Verhältniſſe der natürlichen Theile der nämlichen Körper und der Verſchiedenheit der daraus erwachſenden Produkte herzurühren ſchien; daher er die Bewirkung einer ungeheuren Menge Luft bey der Deſtillirung gewiſſer Körper zwar für erwieſen hielt, aber alle Hoffnung aufgab, ſtets gleiche und gewiſſe Reſultate zu erhalten.

Da ſich de Machy nicht überreden konnte, daß Luft aufhören könne, elaſtiſch zu ſeyn, ohne daß ſie auch aufhöre, Luft zu ſeyn, weil die Elaſticität ihr unterſcheidendes Merkmal wäre, und Hales ſelbſt bemerkt habe, daß die Luft, wenigſtens der größte Theil derſelben nicht eher zum Vorſchein kam, als in dem Augenblicke, da die letzten wirklichen Produkte des Feuers, das flüchtige Laugenſalz und das brenzliche Oel, übergiengen, ſo ſchloß er, daß die Luft, wie das flüchtige Laugenſalz, zuvor nicht in den Körpern befindlich ſey. Da ferner Boyle die Frage, ob die Luft ein urſprüngliches Weſen wäre, oder aus Waſſer hervorgebracht werden könne, nicht hatte entſcheiden wollen, jedoch der letzten Meynung günſtiger

stiger gewesen war, so suchte er selbige näher zu bestätigen.

Er setzte voraus, daß eine vor eine Windkugel gebundene Blase bey der Austreibung der Dämpfe ausgedehnt werde, und dann wirklich Luft enthalte; hiebey habe Boyle nur den Zweifel geäußert, daß sie von der Ausdehnung der in der Windkugel selbst befindlichen Luft herrühre, weil er eine sehr große gebraucht habe. Daher wählte de Machy eine Windkugel, welche $2\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser hielt, auf deren Hals, der im Durchmesser 2 Linien hatte, zwey Aufsätze, einer mit einem $\frac{1}{2}$ Linien weiten, der andere mit einem kaum merklichen Loche, aufgeschroben werden konnten; ferner wählte er eine Phiole mit einem Stöpsel im Bauche und einem 1 Fuß 1 Zoll hohen und $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Halse, welche 4 Pinten faßte und inwendig mit heißem Sande gut ausgetrocknet war, und 1 Pfund 2 Unzen und 4 Quent. wog; vor die Mündung band er eine weiche recht trockene Blase, steckte in die Oeffnung einen Kork, durch welchen der erste Aufsatz der Windkugel um einige Linien hineingieng, ließ dann Wasser eine halbe Stunde kochen, um es von der Luft zu reinigen, und kalt werden, goß $3\frac{1}{2}$ Quent. davon in seine Windkugel, schrob sie an den Aufsatz, verklebte alle Fugen mit Blasen und fettem Kitte, und stellte eine brennende Lampe mit einem Dachte unter die Windkugel; das Wasser fieng bald zu sieden an, stieß einen Strom von Dämpfen aus, wovon die Phiole beschlug. Die Blase ward ausgespannt, in welche sodann mit einer Nadel ein Loch gestochen ward, durch welches die Luft allein fortgieng, indem der Hals und die Phiole trocken blieben, da im Gegentheil die Dämpfe in der Phiole verdichtet

und zu Waſſer wurden; in einer Viertelſtunde war alles aus der Windkugel verdampft. Nach dem Erkalten ward die Phiole gewogen, welche nunmehr von dem Waſſer um $3\frac{1}{2}$ Quent. weniger den zu Luft gewordenen Antheil mehr wiegen ſollte, und ſie zeigte einen Abgang von 15 Gran, alſo ſo viel Luft, als $3\frac{1}{2}$ Quentchen des vorher durch anhaltendes Kochen von Luft beraubten Waſſers gaben.

Er wiederholte dieſen Verſuch auf eben die Art, nur daß der Aufſatz mit dem unmerklichen Loche gebraucht ward; der Erfolg war derſelbe, nur wurden zur Ausleerung der Windkugel über $\frac{3}{4}$ Stunden erfordert, dadurch die Hitze verſtärkt, der Dampf mehr zurückgehalten und zum heftigern Verfliegen beſtimmt. Der Abgang betrug noch einmal ſo viel, nämlich 30 Gran, oder ein Achttheil; ſo viel Luft konnte in dem Waſſer nicht, wie vorher, vermuthet werden.

Als unter gleichen Umſtänden drey brennende Dachte unter die Windkugel geſtellt wurden, ward das Ziſchen viel beträchtlicher und bis 46 Gran Luft erhalten.

Ein lebhaftes durch einen Blaſebalg verſtärktes Kohlenfeuer gab beynahe ein Quent. Luft, alſo ohngefähr $\frac{2}{7}$ des in die Windkugel gegoſſenen Waſſers.

Als ſich de Machy einmal einer Phiole mit einem kleinern Bauche bediente, betrug die Luft nicht ſo viel, und der Dampfſtrom ward beſonders an den Wänden ſtark zu Waſſer verdichtet, da man hingegen in einem größern Raume, wo er ſich ausbreitete und ſeine kegelförmige Geſtalt verlor, die kleinen wäſſerigen Tropfen an ihrem Glanze und ihrer kugelförmigen Geſtalt deutlich von dem nach oben heller werdenden Gewöl-

Gewölke, so Luft war oder ward, unterscheiden konnte.

Er folgerte nunmehr, daß, wenn das durch die Hitze verjagte Wasser, nachdem es zu Dämpfen geworden wäre, mehr Luft lieferte, als man in demselben vermuthen konnte, und desto mehr lieferte, je stärker die Hitze wäre und je stärkern Widerstand die Dämpfe beym Fortgehen fänden, es mehr Luft liefern müßte, wenn man es so versetzte, daß eine stärkere Hitze erfordert würde, um es in Dämpfe zu verwandeln. Er nahm also weiß gebranntes und wiederholt ausgesüßtes Hirschhorn und gepulverte Kapellen, that von jedem 2 Quent. in eine kleine Retorte mit einer Vorlage, um sich zu überzeugen, daß sie keine Luft mehr durch Destilliren gaben, sättigte je 3½ Quent. abgekochtes Wasser mit hinlänglichem Hirschhorne und Kapellenerde zu einem beynahe festen Teige, legte ihn 24 Stunden zum Trocknen hin, da der eine einen Skrupel und der andere ein halb Quent. Wasser verlor, that beyde in zwey kleine gläserne Retorten, zog deren Hälse vor der Emaillirlampe zu Haarröhren aus, steckte solche anstatt der Windkugel in die Stöpselöffnung der Vorlage und erhitzte sie mit 3 Dochten, da denn das in der Kapellenerde enthaltene Wasser 1 Quent. und 2 Skrupel, das im Hirschhorn befindliche aber noch mehr wog, zugleich aber auch einiger weniger flüchtiger laugensalziger Geist übergieng, wobey de Machy meldet, daß derjenige Zeitpunkt der günstigste zur Erzeugung der Luft sey, in welchem die neuen Verbindungen der Körper entstehen, besonders wenn die Berührungsstellen vervielfältigt, die zur Verbindung dienende Bewegung stark und die Hitze merklicher sey.

Nachdem nämlich de Machy geſehen hatte, daß ½ Quent. ſeines Vitriolöls beynahe 4 Quent. zerfloſſenes Weinſteinſalz zu ſeiner Sättigung erforderte, goß er letzteres zu erſterm unter der Glocke einer Luftpumpe, als ſie ſo weit ausgeleert war, daß das Queckſilber in dem angebrachten Barometer um 20 Linien fiel: das Queckſilber ſtieg 12 Linien und das in das Vitriolöl geſtellte Thermometer einen guten Zoll. Bey wiederholten Verſuchen ſtieg das Queckſilber, als das halbe Quent. Vitriolöl mit eben ſo vielem Waſſer verdünnt war, nur 11 Linien, als es mit ⅞ Waſſer verſetzt war, nur 8 Linien, und als es in 20 Theile Waſſer vertheilt war, nur 3 Linien, und das Thermometer zeigte auch allemal eine deſto geringere Wärme, je mehr die Säure verdünnt war. Als de Machy ½ Quent. Vitriolöl zu einem Quent. recht trockenes Weinſteinſalz goß, nachdem die Ausleerung ſo ſtark bewirkt war, daß das Queckſilber 3 Zoll fiel, ſo entſtand ein ſehr ſtarkes Ziſchen, das Queckſilber ſtieg 2 Zoll, und es war ihm angenehm, eine ſo kleine Menge genommen zu haben, indem er der Geräumigkeit der Glocke ungeachtet mit Grunde eine Zerſprengung derſelben befürchtete.

Er wiederholte den Verſuch mit Salpeter- und Salzſäure von verſchiedener Stärke, und erhielt allezeit mehr Luft, wenn ſie ſtark, und ſehr wenige, wenn ſie äußerſt verdünnt war.

Je weniger Feuchtigkeit alſo, fährt er fort, in den Körpern befindlich ſey, deſto größern Widerſtand werde ſie beym Entweichen finden, deſto ſtärkere Hitze werde bey der Miſchung entſtehen und deſto mehr Luft werde von den nämlichen Gemengen erhalten werden; indeſſen haben die angeführten Miſchungen doch, ſolcher

cher Verschiedenheit ungeachtet, beständig das Salz geliefert, so sie liefern sollten, daß folglich die Luft, welche man aus den Körpern erhalte, kein Bestandtheil derselben sey, weil ihr verschiedenes Verhältniß sonst eine Verschiedenheit ihrer Gestalt, oder ihres Geschmacks, verursachen müßte. Ein größerer Kolben müsse auch zur Bewirkung mehrerer Luft beytragen, daß er also bey allen vorhergehenden Versuchen, wo die Luft in dem mit einem Stöpsel versehenen Kolben aufgefangen ward, nicht alle Luft erhalten habe, welche hätte erzeugt werden können; er habe nämlich einmal Gelegenheit gehabt, seine Windkugel in ein Loch, im Bauche eines großen Kolbens von 25 bis 30 Pinten, zu leiten, und glaube wahrgenommen zu haben, daß weniger Wasser niedergeflossen sey; indessen wolle er diese Wahrnehmungen, da er den Kolben nicht gewogen habe, nur anführen, um eine andere Art, diese Erzeugung der Luft merklicher zu machen, anzuzeigen. Man werde nun ohne Zweifel verlangen, daß er auch andere verdunstende Flüssigkeiten, z. B. Weine, Branntwein, Weingeist, Oele, Säuren u. s. statt des Wassers, in der Windkugel versuchen würde, allein er habe geglaubt, daß das vorhergehende schon zureichend sey, die Hervorbringung der Luft durchs Wasser einleuchtend zu beweisen.

Bey dieser Gelegenheit bemerkt de Machy wider diejenigen, welche den mit dem Schäumen verloren gehenden säuerlichen Geschmack der Mineralwasser der überflüssigen Luft zuschreiben, daß ja alle Mineralwasser Säuren und andere aufgelößte Stoffe bey sich führten, und diese desto entfernter von einander gehalten würden, je stiller die Auflösung vor sich gegangen sey, wie solches z. B. die Auflösung des vitrio-

liſirten Weinſteins und Weinſteinrahms in der Salpeterſäure, die Mutterlaugen von der Abdampfung mittelſalziger Flüſſigkeiten, der merklich ſaure Dampf von der ſiedenden Auflöſung des vitrioliſirten Weinſteins und anderer Mittelſalze erwieſen; wenn man überdem erwäge, daß in dem Augenblicke der Miſchung der Körper 1. neue Luft, und 2. ein feiner durchdringender und ekelhafter Dampf hervorgebracht werden, ſo werde man einſehen, daß das Blaſenwerfen dieſer Waſſer von der erfolgenden vollkommenen Verbindung der Säure mit den mineraliſchen Stoffen und ihr ſtechende der Geſchmack von dem alsdenn entbundenen Dampfe herrühre, und die vergebliche überflüſſige Luft nicht zuvor da geweſen ſey, ſondern durch die Verbindung erzeugt werde. Er habe 2 Unzen gereinigtes Waſſer von Paſſy genommen, welches faſt kein Eiſen mehr enthalte und nicht ſäuerlich ſey, und in eine Flaſche nebſt 2 Quent. zerfloſſenes Weinſteinſalz mit hinreichendem Vitriolgeiſte gethan, da es dann trübe geworden ſey und ſogleich einen ſäuerlichen Geſchmack erhalten habe, welchen man den vorhergehenden Verſuchen zu Folge hoffentlich keiner überflüſſigen oder entbundenen Luft zuſchreiben werde.

Die angeführte Erhitzung bey den Miſchungen, aus welchen neue Körper hervorkommen, und welche man bis zum Brennen verſtärken oder auch unmerklich machen könne, verbunden mit der außerordentlichen und ebenfalls veränderlichen Luftbewirkung, ſey das Merkmal wahrer Auflöſungen, welche durch die Erſcheinungen allemal von der Wirkung des Waſſers oder eines Leitmittels unterſchieden wären, als wobey beſtändig eine Kälte entſtehe, die Körper nicht zerlegt werden und die wenige entbundene Luft offen-

offenbar in den Zwischenräumen des Körpers zugegen gewesen sey und durch das Leitmittel in dem Augenblicke, da es solchen durchdringe, verjagt werde. Als 3 Quent. Wasser im luftleeren Raume auf ½ Quent. Salmiak gegossen wurden, stieg das Queckſilber die ganze Zeit der Auflösung hindurch kaum 1 Linie; beynahe eben so sey es mit dem Zucker, Kochsalz und Salpeter gegangen; kurz je fester und dichter die Salze gewesen seyen, desto weniger Luft sey entbunden worden, und diese habe das Queckſilber nie über Eine Linie zum Steigen gebracht.

Hiernächst wendet sich de Machy zur Anwendung dieser Thatsachen auf die beym Destilliren und Gähren bewirkte Luft. Beym Destilliren verjage die erste Stufe der Hitze das überflüssige Wasser der Körper und es bleibe nur der Antheil zurück, welcher schwerer zu verjagen sey, nicht, weil er ein verschiedenes Wasser sey, sondern weil er wegen der Trockenheit der übrigen Theile stärker zurückgehalten werde und mit den natürlichen Theilen dieser Körper in genauerer Verbindung stehe. Bey zunehmender Hitze werden diese Theile zu Dämpfen, verbinden sich in diesem Zustande von neuem, und bey der Bewegung dieser Verbindung werde die Feuchtigkeit noch mehr von ihnen losgerissen; daher die Luft.

Solches zu beweisen, habe er alle Gallerte aus einer Unze geraspelten Elfenbeins gezogen, und diese Gallerte und den rückständigen festen Theil nebst einer andern Unze Elfenbein, jede besonders, destillirt; letztere habe eine ungeheure Menge Luft gegeben, die Gallerte sehr wenig, und der rückständige feste Theil mehr wie die Gallerte, doch beyde zusammen nicht so viel wie jene Unze, weil im erstern Falle die zu

Dämpfen gewordenen natürlichen Theile des Elfenbeins gegengewirkt und viel flüchtiges Laugenſalz, das Produkt ihrer Verbindung, gegeben, im zweyten die Gallerte nur einen Theil der zur Hervorbringung des flüchtigen Laugenſalzes, mithin der Luft, erforderlichen Stoffe geliefert, und im dritten der feſte Theil, welcher vielleicht nicht ſo ſehr der Gallerte als dieſe des feſten Stoffes hat beraubt werden können, mehr flüchtiges Laugenſalz, als ein neues Produkt in größerer Menge gegeben habe, folglich die Luft auch hier mehr wie im zweyten, aber viel weniger als im erſten Falle betragen habe. Die Hervorbringung der Luft beym Deſtilliren entſpreche alſo in Anſehung ihrer Menge allezeit der Menge der neuen Produkte der Zerlegung in einem gewiſſen Verhältniſſe und begleite ſie ſo, daß ſie ſich nur mit ihnen und in dem Augenblicke ihrer Erzeugung offenbare.

Nun ſehe man leicht ein, daß bey der weinigten und faulen Gährung eine neue Verbindung der Beſtandtheile der gährenden Körper erfolge, und die Luft ſowohl in Anſehung des Zeitpunkts, als der Menge und Dauer, nach Verhältniß der Beſchaffenheit und Stärke dieſer Gährungen zum Vorſchein komme. Nicht allein dieſe Luft werde alsdann hervorgebracht, ſondern ſie führe auch merkliche Antheile eines ſehr feinen Stoffs mit ſich fort, welche den Körpern, von welchen ſie entweiche, gehören. Boyle's Unterſuchungen über den Urſprung dieſer Luft ſeyen alſo ſehr richtig geweſen. Er habe die Entwickelung und Wirkſamkeit der ſauren Dämpfe überall, wo man ſie für Luft gehalten habe, möglichſt einleuchtend bewieſen, und zugleich wahrzunehmen geglaubt, daß die Luft, anſtatt von gewiſſen Körpern eingeſogen, angezo-

gen

gen und mit ihnen verbunden zu werden, zu Wasser werde; überdem habe er auch Boyle's Zweifel über die Entstehung der Luft möglichst auszuführen gesucht, um ihn zu bestätigen und eine unveränderliche Wahrheit daraus zu machen.

Endlich zieht de Machy aus seinen Wahrnehmungen folgende Behauptungen:

1. Die Luft, welche man durchs Brausen entstehen lasse und von den Körpern zu entbinden glaube, sey nicht die Ursache, ja nicht einmal das wesentliche Leitmittel der Ursache und der Erscheinungen, welche man ihr zuschreibe.

2. Wenn man diese Luft von gewissen Körpern z. B. der Schwefelsäure u. a. m. einsaugen zu lassen und an sie zu binden glaube, so verwandle man sie offenbar in Wasser, und sie werde höchstens als Wasser, nicht aber als Luft, ein Theil solcher Körper.

3. Endlich sey die Luft, anstatt ein unzerstörbarer Uranfang zu seyn, vielmehr ein Stoff, welcher sich zusammensetzen lasse, weil man einen großen Antheil eines gegebenen Wassers mit Hülfe einer gewaltsamen Hitze in Luft verwandeln könne.

Nicht lange nach der Herausgabe der Abhandlung des Herrn Macbride theilte Hr. Cavendish der königlichen Societät zu London einige neue Versuche mit, welche ebenfalls auf die Bekräftigung der Lehre des Herrn Black abzielten. Cavendish [n]) zeigt, daß die Menge der im fixen Laugensalze, wenn solches so

n) Philos. Transact. Vol. LVI. p. 141. sqq. übers. im neuen Hamburg. Magazin. B. XII. S. 387. f.

so stark als möglich mit derselben gesättigt ist, enthaltenen fixen Luft $\frac{5}{12}$ seines Gewichts, und im flüchtigen Laugensalze $\frac{7}{12}$ betrage; daß diese große Menge Luft das bey der Fällung der in Salpetersäure aufgelößten Kalkerde durch ein so mit Luft geschwängertes Laugensalz entstehende gelinde Brausen verursache, und daß alsdenn, wenn das Niederschlagungsmittel mehr Luft liefere, als der Niederschlag einsaugen könne, ein Theil nothwendig frey bleibe, welcher seine Elasticität wieder erhalte und das Brausen verursache.

Cavendish zeigt ferner, daß das Wasser ein größeres Maaß Luft, als es selbst beträgt, einsaugen und auflösen könne; daß diese Menge desto mehr betrage, je kühler das Wasser sey und je stärker es von einer schweren Atmosphäre gedruckt werde; daß das auf solche Art mit fixer Luft geschwängerte Wasser säuerlich, geistig und nicht unangenehm schmecke; endlich, daß es die Eigenschaft, die Kalk- und Bittersalzerde aufzulösen, besitze. Dieser Eigenschaft des mit fixer Luft geschwängerten Wassers zu Folge geschieht es, daß, wenn man nach der Fällung des Kalks aus dem Kalkwasser durch fixe Luft frische fixe Luft hinzuzuthun fortfährt, das Wasser die Kraft erhält, einen Theil der niedergeschlagenen Erde wieder aufzulösen.

Das mit fixer Luft geschwängerte Wasser besitzt ferner die Eigenschaft, fast alle Metalle und besonders das Eisen und den Zink aufzulösen.

Diese Umstände scheinen auf die natürlichste Weise zu erklären, wie das reinste destillirte Wasser das Eisen angreife und auflöse, als welches aus den Wahrnehmungen des Hrn. Monnet folgt, und warum diese Verbindung leichter mit kaltem, als mit heißem Wasser vor sich geht. Das Wasser greift nämlich das

Eisen

Eisen nur nach Verhältniß der in ihm enthaltenen fixen Luft an; nun enthält es von derselben aber desto weniger, je heißer es ist. Aus eben dieser Ursache kann man aus den meisten eisenhaltigen Mineralwassern auch kein Stäubchen Vitriol erhalten.

Ferner hat Cavendish gelehrt, daß die fixe Luft sich mit dem Weingeiste und den ausgepreßten Oelen vereinigen lasse, daß diese Stoffe aber dadurch keine neue Eigenschaften erlangen; daß der Dampf glühender Kohlen in dem Umfange der Luft eine merkliche Verminderung verursache, daß bey dieser Verrichtung zugleich viele fixe Luft erzeugt ward, und solche von der ätzenden Seifensiederlauge eingesogen werden konnte. Endlich hat Cavendish zuerst bemerkt, daß die Auflösung des Kupfers im Salzgeiste, anstatt wie die Auflösung des Eisens und Zinks eine entzündliche Luft zu geben, eine besondere Art Luft lieferte, welche ihre Elasticität verlor, sobald sie Wasser berührte.

Der Lehre von der fixen Luft, welche in England so eifrig vertheidigt wurde, stellte Friedrich Meyer, Apotheker zu Osnabrück, eine sehr ausführliche Abhandlung unter der Aufschrift: Chymische Versuche zur nähern Erkenntniß des ungelöschten Kalks. Hannov. 1764. 8. und 1770. 8., entgegen. Meyer untersucht zuförderst die Beschaffenheit der Kalksteine, Spathe und der zum Kalkbrennen geschickten Substanzen; er bemerkt, daß diese Substanzen selten rein, sondern gemeiniglich mit Sand und fremden Stoffen gemischt sind, aber derjenige Theil, welcher eigentlich zum Kalkwerden geschickt ist, nichts anders als ein erdiges Laugensalz sey, welches im Wasser unauflößlich, einer Verbindung mit den Säuren fähig sey, und von ihnen

mit

mit Brauſen aufgelößt werde. Ferner bemerkt er, daß die nämlichen Subſtanzen, wenn ſie der Gewalt des Feuers eine hinlängliche Zeit ausgeſetzt worden ſind, eine große Menge Waſſer fahren laſſen und hernach die Eigenſchaft, ganz im Waſſer auflößlich zu ſeyn und mit den Säuren nicht mehr zu brauſen, zeigen. Aus dieſen Eigenſchaften ſchließt Meyer, daß der Kalk im Feuer durch eine beſondere Säure neutraliſirt worden ſey, deren Vermittelung er ſeine Auflößlichkeit im Waſſer zu danken habe, und deren Vereinigung ihm die Eigenſchaft zu brauſen benehme. Dieſe Lehre zu bekräftigen, gießt er flüſſiges fixes Laugenſalz Tropfenweiſe hinzu, ſogleich wird das Kalkwaſſer trübe, und der Kalk fällt unter der Geſtalt einer Kalkerde, wie vor der Verkalkung, im Waſſer unauflößlich nieder, da hingegen das Laugenſalz nunmehr die ätzende Kraft des Kalks und einen Theil ſeiner übrigen Eigenſchaften erhalten hat, woraus Meyer ſchließt, daß die Säure, welche ſich mit dem Kalk vereinigt hatte und ihn auflößlich machte, eine nähere Verwandtſchaft zum fixen Laugenſalze als zum Kalke habe, daher den letztern verlaſſe, und ſich mit dem fixen Laugenſalze vereinige. Das nämliche geſchieht, wenn man Kalkwaſſer durch ein flüchtiges Laugenſalz niederſchlägt, oder das flüchtige Laugenſalz aus dem Salmiake durch Kalk entbindet; in allen dieſen Fällen ſättige die Säure des Kalks das Salz zum Mittelſalze, mache es ätzend, unfähig anzuſchießen, und benehme ihm die Eigenſchaft, mit den Säuren zu brauſen. Den ſauren Stoff, welchen der Kalk auf ſolche Art annimmt, nennt Meyer fette Säure (acidum pingue); er behauptet, er ſey ein dem Stoffe des Feuers und des Lichts ſehr nahe kommender Stoff; durch den Zwiſchentritt dieſer Säure vereinige ſich der Kalk mit den

Oelen,

Oelen, löse den Schwefel auf u. s. w. Endlich behauptet Meyer, daß die fette Säure in großer Menge in die Zusammensetzung der Thiere und Gewächse eingehe; daß sie das sey, was von der glühenden Kohle und dem brennenden Holze weggeht, u. s. f.

Meyer verfolgt die Verbindung dieses Stoffs in einer großen Zahl von Körpern; er behauptet, daß er in Metallkalken, der Mennige, befindlich sey, und daß man ihn aus selbigen in die Laugensalze, sie mögen fix oder flüchtig seyn, versetzen könne, welche dadurch eine ätzende Beschaffenheit erhalten. Durch diese Lehre von der fetten Säure erklärt er sehr glücklich die Gewichtszunahme der Metallkalke, ihre Wirkung auf den Salmiak, die Entbindung des flüchtigen Laugensalzes aus diesem Salze durch die Mennige, Glätte und verschiedene andere Metallkalke. In allen Fällen ist das Aetzende des Feuers, die fette Säure, dasjenige, was sich mit den Metallen bey der Verkalkung vereinigt, nachher in das flüchtige Laugensalz übergeht und eine Art von Mittelsalz macht, das demjenigen ähnlich ist, welches man durch den Kalk erhält.

Meyer begegnet einem Haupteinwurfe zum voraus, welcher ihm nach der Lehre des Herrn Black gemacht werden könnte. Letzterer hatte behauptet, daß, wenn man eine reine Kalkerde in der Salpetersäure auflößte und nachher durch ein Laugensalz fällte, man die gefällte Erde nach Belieben von der Beschaffenheit der Kalkerde oder des Kalks erhalten könne; daß man sie von der Beschaffenheit der Kalkerde erhalte, wenn man sie durch ein gewöhnliches fixes Laugensalz niederschlüge, hingegen von der Beschaffenheit des Kalks, wenn man ätzendes fixes oder flüchtiges Laugensalz dazu nähme. Black erklärte diese Eigenschaft auf folgende

gende Art: die im Salpetergeiſte aufgelößte Kalkerde enthielte keine Luft mehr, als die, welche durch das Brauſen aus der Verbindung verjagt worden wäre; wenn man die Erde alſo aus dieſer Auflöſung durch ein gewöhnliches alle ſeine Luft enthaltendes fixes Laugenſalz niederſchlüge, ſo ließe dieſes in dem Maaße, wie es ſich mit der Säure verbände, alle ſeine Luft fahren, welche ſich mit der Erde verbinde und ſie unter der Geſtalt der Kalkerde niederſchlüge; fällte man ſie hingegen durch ein ätzendes, d. i. der Luft beraubtes Laugenſalz, ſo fiele die Erde von der Beſchaffenheit des Kalks nieder, weil ſie in dieſer Miſchung keinen Körper anträfe, welcher ihr Luft mittheilen könnte. Dieſe Erklärung beantwortet Meyer auf dieſe Art: Schlägt man aufgelößte Kalkerde durch ein ätzendes Laugenſalz nieder, ſo miſcht man ſeiner Meynung nach gewiſſer Maaßen zwey Mittelſalze zuſammen; das eine iſt ein Salpeter mit erdigem Grundtheile, das andere beſteht aus der fetten Säure und dem fixen Laugenſalze; in dieſer Miſchung muß alſo eine zweyfache Zerlegung erfolgen; die Salpeterſäure muß ihren Grundtheil verlaſſen, um ſich mit dem fixen Laugenſalze zu verbinden, und zu gleicher Zeit muß ſich die frey gewordene fette Säure an die Kalkerde hängen und ſie unter der Geſtalt des Kalks, d. i. im Waſſer auflößlich und ihrer Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, beraubt, niederſchlagen. Dieß darf nicht geſchehen, wenn man die Fällung mit einem gewöhnlichen Laugenſalze verrichtet; denn alsdenn findet ſich keine fette Säure, welche ſich mit der Erde vereinigen könnte, und ſie fällt alſo als Kalkerde nieder.

Die von Meyer angegriffene Lehre der fixen Luft fand aber bald einen ſehr geſchickten Vertheidiger an

an Hrn. Jacquin °), Lehrer der Botanik zu Wien. Seine Abhandlung enthält zwar nicht viel mehr, als was schon die Herren Black und Macbride vorgetragen hatten, allein sie zeichnet sich durch Ordnung und Deutlichkeit, womit die Thatsachen dargestellt sind, durch die Auswahl der Versuche, welche sie enthält, durch die Einfachheit und Richtigkeit der Arten zu verfahren und durch eine richtige Art zu philosophiren vorzüglich aus.

Die erste Wahrnehmung, welche Hrn. Jacquin auffällt, ist die, daß der lebendige Kalk durchs Verkalken beynahe die Hälfte von seinem Gewichte verliert. Diese auffallende Begebenheit, welche die Meynung des Herrn Meyers in seinen Augen verdächtig machte, brachte ihn darauf, die Calcination des Kalksteins in verschlossenen Gefäßen anzustellen. Zu dieser Absicht nahm er eine Retorte von Steinzeug, welche der Wirkung des Feuers hinreichend widerstehen konnte, that 32 Unzen Kalkstein in dieselbe, legte eine große mit einem Stöpsel im Bauche versehene Vorlage vor, und schritt alsdann zur Destillation.

Anfänglich gab er nur ein mäßiges Feuer und erhielt bloße Feuchtigkeit; als er aber das Feuer verstärkte, fieng bald ein elastischer Dampf an in einer sehr großen Menge entbunden zu werden, welcher 1½ Stunden mit Zischen durch die Stöpselöffnung der Vorlage fortgieng, und welcher, dem Hrn. Jacquin zu Folge, nichts anders als Luft war. Nach geendigter

o) Examen chemicum doctrinae Meyerianae de acido pingui et Blackianae de aëre fixo respectu calcis, 1769. übers. chemische Untersuchung der Meyerschen Lehre von der fetten Säure und der Blackischen von der fixen Luft. Wien 1771.

ter Deſtillation fanden ſich in der Retorte noch 17 Unzen Kalkerde von der Beſchaffenheit des Kalks, und in der Vorlage zwey Unzen Waſſer, welches ſchwache Spuren von flüchtigem Laugenſalze zeigte. Die fehlenden 13 Unzen eignet Jacquin der Luft zu, woraus nach ſeiner Meynung folgen würde, daß der Kalkſtein ſechs oder ſiebenhundert mal ſo viel Luft enthielte, als er dem Raume nach beträgt.

Verſchiedene andere Verſuche des Herrn Jacquin haben die Abſicht zu beweiſen, daß der Kalkſtein nur im Verhältniſſe der Menge elaſtiſcher Flüſſigkeit, welche aus demſelben entbunden wird, zum Kalke werde und daß er, wenn man ihm z. B. nur ſein Waſſer entzieht und dann das Feuer ausgehen läßt, beynahe von eben der Beſchaffenheit in der Retorte gefunden werde, welche er hatte, als man ihn in die Retorte that. Was dieſes, nach Jacquin, noch beſſer beweißt, iſt das, daß man, anſtatt die Deſtillation zu unterbrechen, wenn die Luft entbunden zu werden anfängt, ſie länger fortſetzt; da ſich alsdenn der Kalkſtein auf ſeiner Oberfläche zum ätzenden Kalke bildet, ohne es im Innern geworden zu ſeyn.

Die erſtern Verſuche leiteten Hrn. Jacquin zu Betrachtungen über die Art, wie die Luft in den Körpern befindlich ſeyn könne. Er unterſcheidet die Luft der Zwiſchenräume von der der Grundmiſchung. Erſtere kann ſchon mittelſt der Luftpumpe bemerkbar gemacht werden, dahingegen ſich die letztere, welche in einer Verbindung ſteht, in einem Zuſtande einer Zertrennung und Auflöſung befindet, welche ihr die Aeuſſerung ihrer Elaſticität nicht mehr verſtattet.

Es ist bekannt, daß der Kalk vom Wasser aufgelößt werden kann und daß dieses Wasser, wenn es der Luft ausgesetzt wird, ein Häutchen setzt, welches nicht mehr ätzender Kalk, sondern eine mit Säuren brausende Kalkerde ist. Jacquin ist mit allen Schülern des Herrn Black der Meynung, daß dieser Stoff nichts anders als Kalk sey, welcher die Luft, deren er beraubt gewesen war, wieder an sich gezogen hat; und er zeigt, daß er solche im Verhältnisse des Gewichts wieder anzieht, welches er bey der Calcination verloren hat. Wenn dieser Kalkrahm von neuem calcinirt wird, so verliert er wieder die $\frac{13}{72}$ von seinem Gewichte, und während der Calcination wird Luft entbunden. Mit einem Worte, alles zeigt an, daß er die Beschaffenheit des Kalksteins wieder erhalten hatte.

Hierauf untersucht Jacquin die Wirkung des Wassers auf den Kalk; er zeigt, daß es ihn löscht, ohne ihm die Luft wieder zu geben, so daß man Kalk so lange als man will unter Wasser aufbewahren kann, ohne daß er aufhört Kalk zu seyn, wenn man die Oberfläche des Wassers nur vor der Berührung der freyen Luft sichert, denn sonst würde nach und nach alles zu Kalkrahm werden. Er zeigt ebenfalls, daß, wenn man Kalkwasser mit einem Destillirgeräthe abdampft, die in der Retorte zurückbleibende Erde noch ätzender Kalk und keine Kalkerde sey. Alle diese Versuche beweisen ferner, daß die Abwesenheit oder Gegenwart des Wassers nicht das sey, was die Beschaffenheit des Kalks oder der Kalkerde ausmacht.

Jacquin mustert hierauf alle Versuche der Herren Black und Macbride, und fügt neue in den nämlichen Absichten hinzu. Er zeigt, daß jede Versetzung der Kreide, oder eines gewöhnlichen Laugen-

genſalzes mit einer Säure, eine Luft zuwege bringt, welche die Eigenſchaft, das Kalkwaſſer zu fällen, d. i. ſich mit dem im Waſſer aufgelößten Kalke zu vereinigen, unauflößlich zu machen und auf der Stelle zum Anſchießen zu bringen, beſitzt. Die Luft, welche während der Calcination aus dem Kalkſteine entweicht, beſitzt die nämliche Eigenſchaft.

Jacquin ſtellt dieſe und alle Verſuche der Herren Black und Macbride der Lehre des Herrn Meyers entgegen und zieht faſt aus allen Einwürfe, von welchen er glaubt, daß ſie nicht gehoben werden können.

Jacquin hatte zuvor bemerkt, daß jedesmal, da die Luft aufgelößt und mit einigen Steffen verbunden ward, wie bey allen chemiſchen Verbindungen, 1. eine Stufe der Sättigung, und 2. eine gewiſſe Stufe einer Anhängung ſtatt fand, welche nach Verhältniß des Unterſchieds der zwiſchen den verſchiedenen Stoffen obwaltenden Verwandtſchaften ſtärker oder ſchwächer war. Dieſe Betrachtungen wendet er auf die Erzeugung der ätzenden Laugenſalze an, und behauptet, daß der Kalk nur vermöge der nähern Verwandtſchaft der fixen Luft zu denſelben auf ſie wirke, und nimmt ſelbſt mit Black und Macbride zum Grundſatze an, daß der Kalk, Aetzſtein und alle Aetzmittel dieſer Art nur durch Entziehung der Luft, nach welcher ſie ſo begierig ſind, ſo kräftig auf die thieriſchen Stoffe wirken, und da dieſe Luft zu deren Verbindung weſentlich erfordert wird, ſo entſteht daraus eine Zerlegung.

Auch hat Jacquin die Verſuche der Herren Black und Macbride über die Mittel, den Kalk auf dem naſſen Wege zu bereiten, wiederholt. Verbindet man Kalkerde mit Salpeterſaurem in einer

laug-

langhalsigen Flasche, so nimmt man nach dem Brausen wahr, daß die Kreide beynahe die Hälfte von ihrem Gewichte, d. i. alle Luft, welche sie zur Kalkerde machte, verloren hat; alsdenn hat sie die Beschaffenheit des Kalks. Will man sie in dieser Eigenschaft vor sich allein und von der Salpetersäure geschieden haben, so darf man sie nur durch ein ätzendes Laugensalz niederschlagen, und die gefällte Erde ist nach der Aussüßung ein wahrer im Wasser auflößlicher Kalk.

Meyers Lehre hatte indessen in Deutschland sehr viele Anhänger gefunden, und sie wurde öffentlich von Lehrstühlen gelehrt. Jacquin's Schrift erhielt also daselbst keinen sonderlichen Beyfall, und im Jahr 1770 gab Cranz zu Wien eine Schrift p) gegen ihn heraus. In dieser untersucht er zuerst, was für eine Wirkung das Feuer auf den Kalkstein äußere. Er gesteht den Schülern des Herrn Black zu, daß dieses Gestein im Feuer einen beträchtlichen Verlust an seinem Gewichte erleide, aber er eignet diesen Verlust der großen Menge Wasser zu, welche er enthielt und welche durch die Gewalt des Feuers ausgetrieben worden ist. Eben so schreibt er dem zu Dämpfen gewordenen Wasser jene elastische Ausdehnung zu, welche von Jacquin während der Calcination des Kalksteins in verschlossenen Gefäßen beobachtet worden war, und bringt übrigens keinen sehr entscheidenden Beweis für diese Behauptung bey.

Nach

p) Examinis chemici doctrinae Meyerianae de acido pingui et Blackianae de aëre fixo respectu calcis rectificatio. Lipsiae. 1770. 8. Auszüge aus dieser Schrift in Erxlebens phys. chem. Abhandl. B. I. S. 37–42. und in Rozier journal de phys. T. II. Aout 1773. p. 128. sqq.

Nach dem Herrn Cranz verliert der Kalkſtein durch die Calcination ſeine Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, nicht, wie die Schüler des Herrn Black behaupten, und er beruft ſich hierüber auf das Zeugniß der Herren Duhamel, Geoffroy, Homberg und Pott, welche alle angeführt haben, daß der Kalk mit Säuren brauſe. Er fügt verſchiedene ihm eigene Verſuche hinzu, welche er unter verſchiedenen Umſtänden mit Kalk angeſtellt hat, der beſonders ſorgfältig vor der Berührung der Luft bewahrt worden war; allemal nahm er ein Brauſen wahr.

Bey dieſer Gelegenheit macht er den Einwurf, daß der Kalk, wenn er vom Kalkſteine nur durch die Beraubung der Luft und die ſtarke Verwandtſchaft zu ſolcher Luft verſchieden wäre, in freyer Luft in kurzer Zeit alle diejenige Luft, deren er beraubt worden wäre, wieder einſaugen, und wieder Kalkerde werden müßte; indeſſen hat er wahrgenommen, daß ſich der Kalk ſehr lange in der Luft halten konnte, ohne daß er Kalk zu ſeyn aufhörte; er verſichert ſogar, daß er nach Verlauf einer beträchtlichen Zeit ätzender werde.

Was die Löſchung des Kalks betrifft, ſo bemerkt Cranz, daß ſein plötzliches Aufſchwellen, und die ſehr beträchtliche Hitze, welche hiebey wahrgenommen werde, nach Meyers Lehre eine natürliche Folge ſey, nach Blacks Meynung aber gar nicht erklärt werden könne. Ueberdieß laſſe ſich nach dieſer Lehre nicht einſehen, warum der Kalkſtein vom Salpeterſauren beynahe ohne Hitze aufgelößt werde, dahingegen die Auflöſung des gebrannten Kalks in der nämlichen Säure eine Hitze verurſache, welche die Stufe des ſiedenden Waſſers überſteige; daß endlich die Vertheidiger der fixen Luft von dem ſcharfen und freſſenden

Dam-

Dampfe, welcher vom Kalk aufsteige und einen Husten errege, von der Schädlichkeit frisch getünchter Gebäude, und von unendlich vielen andern Wirkungen keine befriedigende Ursache anführen könnten.

Hierauf untersucht Cranz die Erscheinungen, welche der Kalk bey seiner Auflösung im Wasser und bey seinem Anschießen zeigt. Nach Jacquin ist die Haut, welche auf der Oberfläche des Kalkwassers entsteht, wenn selbiges einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist, und die man in der Chemie unter dem Nahmen des Kalkrahms kennt, nichts anders, als Kalk, der seine Luft wieder erhalten hat, und durch diese Vereinigung wieder zu Kalkerde d. i. in Wasser unauflößlich, mit dem Vermögen zu brausen, mit einem Worte so, wie sie vor der Verkalkung gewesen, geworden ist. Dagegen behauptet Cranz mit Meyer, der Kalkrahm sey nichts anders als ein Kalk, welcher seinen ätzenden Grundstoff, oder fette Säure, verloren habe; er versichert, daß er diesen Stoff oft am Boden der Flüssigkeit und nicht an der Oberfläche entstehen gesehen habe, daß sich welcher an die innern Wände des Gefäßes und an Stellen ansetze, woselbst der Kalk von der Luft nicht habe berührt werden können; endlich daß sogar während der Zeit welcher entstehe, da das Kalkwasser mit einer Haut bedeckt sey, welche alle Eigenschaft mit der Luft aufhebe. Uebrigens ist nach Cranz der Kalk nicht ganz im Wasser auflößlich, und kann nicht ganz zu Rahm veränderт werden, wie aus den Grundsätzen des Herrn Black und seiner Schüler folgen müßte.

Ueberhaupt untersucht Cranz die Eigenschaften des Kalkwassers ausführlich, und zieht fast aus allen Einwürfe gegen Blacks Lehre. Das Kalkwasser

löſt den Schwefel, Campher, die Harze, beynahe wie der Weingeiſt, auf; es müßten daher die Schüler des Herrn Black, um ihren Grundſätzen getreu zu bleiben, ſo weit gehen, daß ſie ſagten: es mache dieſe Stoffe durch die Entziehung ihrer Luft im Waſſer auflöslich, wie ſie ſolches von der zum Kalke veränderten Kalkerde ſagen; aber alsdenn würden ſie ſich in die Nothwendigkeit geſetzt finden, zu ſagen, daß der Weingeiſt die Harze nur durch Entziehung der in ihnen enthaltenen Luft auflöſt, welches ſie nach Cranz in ein Labyrinth von Schwierigkeiten, ja wohl von Ungereimtheiten führen würde.

Wäre übrigens, fährt Cranz fort, die Abweſenheit der Luft das, was die ätzende Beſchaffenheit ausmacht, ſo würde daraus folgen, daß alle Mittelſalze ätzend ſeyn müßten, weil die Luft durchs Brauſen aus ihrer Verbindung gebracht ſey; indeſſen ſähen wir, daß ſie milder wären, als eine von den Subſtanzen, aus welchen ſie zuſammengeſetzt ſind, es vorher wäre.

Hierauf betrachtet Cranz die Auflöſung ſowohl des Kalkſteins, als des Kalks in Säuren. Er bemerkt, daß man bey dieſen Verrichtungen nach Belieben das Brauſen erhalten könne oder nicht. Das Brauſen erfolgt ſehr ſtark, wenn man eine mäßig ſtarke Säure anwendet; es erfolgt keines, wenn man die nämliche Säure in eine große Menge Waſſer vertheilt; indeſſen frägt Cranz, wenn die Luft ein Beſtandtheil der Kalkſteine iſt, warum wird ſie in dem letztern Falle nicht entwickelt, und wenn ſie entwickelt wird, was wird aus ihr, weil ſie ſich durch kein Brauſen verräth?

Cranz

Cranz zeigt darauf, daß man ein starkes Brausen erregen könne, wenn man ätzende Lauge mit einer Säure mische, ob sie gleich, den Herren Black und Jacquin zu Folge, keine Luft enthielte; man dürfe nur langsam ätzende Lauge zu einer Auflösung von Kalkerde gießen, so fließe das Laugensalz längst den Wänden der Flasche herab, und nehme die untere Stelle am Boden ein; schüttele man dann die beyden Flüssigkeiten schnell durch einander, so entstehe ein starkes Brausen, und die Fällung gehe in einem Augenblicke vor sich.

Eine andere Beweisart, deren sich Black und seine Anhänger bedienen, ist die Fällung des Kalkwassers durch die entbundene Luft, sie mag durch Brausen oder Gährung entstanden seyn; Cranz aber behauptet, es sey keinesweges erwiesen, daß die Fällung von der Luft herrühre; es gebe andere Ursachen, welche einen ähnlichen Erfolg bewirken könnten, und wenn die Luft durch ihre Verbindung mit dem Wasser auch keinen andern Erfolg, als es leichter zu machen, bewirken würde, so würde dieser Umstand doch schon allein die Fällung zu veranlassen hinreichen. Uebrigens frägt Cranz: wie läßt es sich begreifen, daß die Luft, welche bey den mit Luft geschwängerten Wassern das Auflösungsmittel des Eisens ist, hier eine ganz entgegengesetzte Eigenschaft besitzt, nämlich den Kalk im Wasser auflößlich zu machen?

Hierauf untersucht Cranz die Beweisgründe, welche die Anhänger der fixen Luft von dem Verluste am Gewichte, den der Kalkstein bey seiner Auflösung in Säuren erfährt, hernehmen. Herr Black und Jacquin hatten behauptet, wenn man Kalkstein in einer Säure auflößte, so bemerkte man einen eben so

großen Verluſt, als wenn der nämliche Stein durchs Brennen zu Kalk geworden wäre; daß in dieſen beyden Fällen die fixe Luft, im erſten durchs Brauſen und im letzten darum fortgienge, weil ſie durch die Gewalt des Feuers fortgejagt würde.

Auch hier ſtellt Cranz Verſuchen andere Verſuche entgegen; er hat ſehr viele Arten Kalkſteine, ja ſogar Kalk, in Salpeterſäure aufgelößt, und ſowohl von der Säure als den zur Auflöſung verbrauchten Erden eine genaue Rechnung geführt; bey dieſen Verrichtungen hat er gemeiniglich eine ziemlich merkliche Abnahme am Gewichte wahrgenommen, aber ohne eine gewiſſe Regel. Zuweilen hat es geſchienen, als wenn der Kalk mehr, wie der Kalkſtein, verliete, andere Male aber der Kalkſtein mehr. Alle dieſe Reſultate ſind der Lehre des Herrn Black gerade entgegen.

Nach einigen andern Einwürfen geht Cranz zur Zerlegung des Salmiaks durch den Kalk über. Er erinnert gleich anfänglich, daß, wenn nach der Lehre des Herrn Black das Feuer während der Calcination die fixe Luft aus dem Kalkſteine triebe, mit welcher er geſättigt wäre, der Kalk bey der Zerlegung des Salmiaks ſich mit der Luft des flüchtigen Laugenſalzes innig verbinden könne, und behauptet, der Kalk müſſe, anſtatt in dieſem Falle Luft einzuſaugen, vielmehr eine neue Calcination erfahren und die etwa noch zurückgebliebene verlieren; aber wenn man auch die Meynung des Herrn Black annehme, ſo würde doch der Kalk aufhören müſſen, Kalk zu ſeyn; indeſſen verſichert er, daß der Rückſtand von der Zerlegung des Salmiaks durch den Kalk ihm allezeit eine Kalkerde von der Beſchaffenheit des Kalks, und folglich eine luftfreye geliefert habe, woraus er folgert, daß

ſie

sie dem flüchtigen Laugensalze die in ihm enthaltene Luft nicht entzogen habe, und folglich der Mangel der Luft die ätzende Beschaffenheit nicht ausmache; endlich behauptet er, daß der Salmiak viele Luft enthalte, daß diese Luft nach der Meynung des Herrn Black den Kalk sättigen, und letzterer alsdann keine Wirkung auf das flüchtige Laugensalz behalten müsse.

Zu diesen Versuchen fügt Cranz hinzu, daß, wenn die Aetzmittel ihre Wirkung durch Einsaugung der Luft äußerten, jedesmal Thiere unter die Luftpumpe gebracht geätzt werden müßten, das säugende Kind die Warzen der Brust ätzen müßte u. s. w. weil in allen diesen Fällen eine Beraubung der Luft statt findet.

Ferner führt Cranz noch zahlreiche Versuche an, welche mit der Macbrid'schen Geräthschaft angestellt sind; diese besteht nämlich, wie oben angeführt ist, aus zwey Flaschen, welche vermittelst eines gläsernen Hebers Gemeinschaft mit einander haben; in die eine thut man einen Gährungsfähigen Stoff, oder eine zum Brausen geschickte Mischung, und in die andere die Flüssigkeiten oder diejenigen Substanzen, welche man der Wirkung der fixen Luft aussetzen will. In der einen von diesen beyden Flaschen hat Cranz Vitriol- und Salpetersäure nach einander mit fixem Laugensalze brausen lassen, da denn das in die andere Flasche gebrachte Kalkwasser gefällt worden ist, wie solches Macbride und Jacquin melden; den nämlichen Erfolg hat Cranz mit Luft, welche zum Athemholen gedient hatte, bewirkt.

Cranz hat nach der Art des Herrn Meyers bereitete ätzende Lauge in dem nämlichen Geräthe zu behandeln versucht; die durch ein Brausen entbundene Luft hat ein weißes Pulver daraus niedergeschlagen,

welches ſich am Boden der Flaſche geſammelt hat; auch hat die Flüſſigkeit nach Verlauf einer gewiſſen Zeit die Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, erhalten; aber er hat zu gleicher Zeit wahrgenommen, daß ſie dieſe Eigenſchaft an der freyen Luft beynahe in der nämlichen Zeit, ja ſogar geſchwinder, wieder erhielt, wenn man ſie in ein mäßiges Feuer brachte, und daß ſie die Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, nur von dem Augenblicke an bekam, da ſie zu rauchen anfieng, woraus Cranz ſchließt, daß ſie dieſe Eigenſchaft nur in ſo weit erhält, als der mit ihr vereinigte ätzende Stoff, die fette Säure, verdunſtet iſt.

Das nämliche hat Cranz in Anſehung des aus dem Salmiake entbundenen ätzenden flüchtigen Laugenſalzes bemerkt. Er hat einen Theil davon auf einen Stubenofen, einen andern auf heiße Aſche geſtellt, und einen dritten in die Macbrid'ſche Geräthſchaft gethan; nach acht Stunden brauſten alle drey, wie Cranz ſagt, nach Verhältniß der Verdunſtung der fetten Säure; die Geräthſchaft des Herrn Macbride verrichtet alſo nach ihm bey dieſen Verſuchen nichts weiter, als was ganz natürlich an der freyen Luft erfolgt ſeyn würde.

Cranz hat ſeine Unterſuchungen noch weiter getrieben, und eine große Menge Verſuche in demſelben Geräthe angeſtellt, indem er die Gefäße verſchloſſen hielt, und das Gewicht der angewandten Stoffe vor und nach der Verrichtung beobachtete. In der Flaſche, in welcher die zum Brauſen beſtimmten Miſchungen geſchahen, erfolgte allemal ein beträchtlicher Verluſt am Gewichte, dahingegen er in der andern Flaſche beſtändig einen Zuwachs am Gewichte erhalten hat.

Bey

Bey diesem Versuche hat Meyers ätzende Lauge einen Zuwachs von acht Gran am Gewichte erhalten.

Zerflossenes Weinsteinöl hat um 5 Gran zugenommen,

Hirschhorngeist hat an 22 Gran gewonnen.

Gewöhnlicher Salmiakgeist hat nur 3 Gran erhalten.

Aetzendes flüchtiges Laugensalz hat 22 Gran gewonnen.

Er hat die nämlichen Versuche wiederholt, aber die zur Auffangung bestimmte Flasche offen gelassen, da sie hingegen bey den vorhergehenden Versuchen genau verschlossen gewesen war.

Das auf diese Art in der zur Auffangung bestimmten Flasche vorgeschlagene Weinsteinsalz hat um 5 Gran zugenommen, und am Boden des Gefäßes ist einiges festes Salz angeschossen.

Meyers ätzende Lauge hat hingegen in drey Stunden 6 Gran verloren und einen Bodensatz fallen lassen.

Die Flüssigkeit braußte hierauf mit Säuren, welches auch der Bodensatz that.

Gewöhnliches flüchtiges Laugensalz hat etwas am Gewichte verloren.

Aetzendes flüchtiges Laugensalz hingegen hat einige Gran gewonnen und war daraus nicht mehr ätzend, sondern milde und braußte.

Diese, bey den meisten mit ätzenden Laugensalzen und überhaupt bey fast allen in dem Geräthe des Herrn Macbride angestellten Versuchen, wahrgenommene Zunahme am Gewichte schienen starke Beweis-

gründe zu Gunſten der Meynung des Herrn Black zu liefern. Indeſſen antwortet Cranz hierauf auf folgende Art: er gebe zwar zu, daß ſich die fixe Luft mit den in die zur Auffangung beſtimmte Flaſche gebrachten Flüſſigkeiten verbinde, und daß der Zuwachs, den ſie am Gewichte erhalten, von dieſer Urſache herrühre; aber er fügt hinzu, daß dieſe Flüſſigkeiten mit derſelben auf eben die Weiſe, als bloßes Waſſer, geſchwängert werden; er läugnet, daß hier eine Verbindung vorgehe, daß die Milderung der äßenden Salze von dieſer Verbindung herrühre, und iſt der Meynung, daß dieſe Veränderungen von der Verdunſtung des äßenden Stoffs, der fetten Säure, abhangen, welche das Laugenſalz mittelſalzig mache.

Um die Zeit, da Cranz die Lehre des Herrn Black von der in den Kalkerden und Laugenſalzen gebundenen Luft angriff, beſchäftigten ſich zwey Gelehrte, Herr de Smeth zu Utrecht und Prieſtley zu London, dieſen Gegenſtand durch neue Verſuche aufzuhellen. Sie gaben beynahe zu gleicher Zeit zwey mit wichtigen Entdeckungen angefüllte Abhandlungen heraus. De Smeth's Abhandlung kam zwar einige Monate ſpäter heraus, als Prieſtley ſeine Verſuche der königlichen Societät zu London vorgeleſen hatte; da aber des leztern Unterſuchungen ganz neue Anſichten gewähren, wodurch die Gränzen der Kenntniſſe in Anſehung dieſes wichtigen Gegenſtandes ungemein erweitert worden ſind, ſo habe ich lieber de Smeth's Bemühungen, welche mit den vorhergegangenen Lehren in einer ſo genauen Verbindung ſtehen, noch in dieſem Zeitraume erzählen, und Prieſtley's neue Entdeckungen für den folgenden aufbewahren zu müſſen geglaubt. De Smeth's Abhandlung iſt

in

in der Gestalt einer Probeschrift zu Utrecht im Octob. 1772. unter der Aufschrift: diss. de aëre fixo in kl. 4. herausgekommen.

De Smeth setzt anfänglich fest, daß wir die gemeine atmosphärische Luft nur aus einigen physischen Wirkungen kennen, aber noch keine Begriffe von ihrer Beschaffenheit, Zusammensetzung und chemischen Verbindung besitzen, woraus er schließt, daß es gegen die Grundsätze einer gesunden Philosophie streite, wenn man behaupten wolle, ein Stoff sey Luft, weil er eine oder andere Eigenschaft äußere, welche er mit ihr gemeinschaftlich habe; daß folglich alle diejenigen, welche von den elastischen Ausflüssen, die entweder während der Gährung, oder dem Verbrennen, oder endlich dem Brausen einer Säure, mit einem laugensalzigen Stoffe, entbunden werden, geredet haben, in diesen Irrthum verfallen sind, daß sie nur die Feinheit, Elasticität und das eigenthümliche Gewicht dieser Ausflüsse in Erwägung gezogen haben, aber verschiedene andere Eigenschaften, welche der Luft nicht weniger wesentlich sind, vergessen und bey Seite gesetzt zu haben scheinen; daß, nach dieser Art zu philosophiren, Wasser in Dampfgestalt auch die Benennung der Luft führen müßte; daß man der elektrischen Flüssigkeit und einer unendlichen Menge unhaltbarer Dünste den nämlichen Namen ertheilen müßte, welche bloß die Elasticität und Feinheit der Luft besitzen. Endlich geht de Smeth so weit, daß er sagt, die Elasticität sey ein sehr zweydeutiges Merkmal der Luft, man könne von jeder der Eigenschaften, welche wir an ihr kennen, allein genommen das nämliche sagen, und er nimmt sich vor, solches in der Folge seiner Schrift zu erweisen.

Nach-

Nachdem er durch ſchon bekannte Verſuche gezeigt hat, daß die Luft ein wirkliches Auflöſungsmittel ſelbſt in dem Verſtande ſey, welchen die Chemiker mit dieſer Benennung verbinden, daß ſie das Waſſer und die Dünſte auf eben die Weiſe, als das Waſſer die Salze, auflöſe, und dieſe Körper, gegen die Geſetze der Hydroſtatik, ſchwebend halte, ſo wendet ſich de Smeth zu Verſuchen über die Wirkung der Luft auf einige Körper, welche, wo nicht ganz neu, doch wenigſtens ſehr wenig bekannt ſind.

Szathmar hatte im Jahr 1771 in einer Probeſchrift von dem Luftzünder oder Hombergiſchen Pyrophor gezeigt, daß dieſer Stoff, ſelbſt während der Zeit, da er dampfte, ſich erhitzte und Feuer fieng, und beträchtlich am Gewichte zunahm. De Smeth hat die Umſtände dieſer Erſcheinung mit dem Herrn Hahn gemeinſchaftlich unterſucht, und das Reſultat ihrer Verſuche iſt kürzlich dieſes:

Hahn that den 22. Nov. 1771, 272 Gran Luftzünder auf eine genaue und ſcharf ziehende Wage; dieſer Luftzünder entzündete ſich bald, und innerhalb einer halben Stunde hatte er um 20 Gran am Gewichte zugenommen, am folgenden Tage 21 Gran und nach 7 Tagen noch 15 Gran Zuwachs erhalten, daß folglich die ganze Zunahme beynahe $\frac{1}{5}$ betrug, worauf keine merkliche Zunahme weiter als im Verhältniſſe der Abänderungen der Kälte, Wärme und Feuchtigkeit der Atmoſphäre erfolgte.

Zweyhundert Gran Luftzünder, der lange aufbewahrt geweſen war und ſich nicht mehr von ſelbſt entzündete, wurden eben ſo behandelt. Nach drey Tagen hatte ſolcher $\frac{1}{10}$ an ſeinem Gewichte zugenommen. De Smeth erinnert, daß die Zunahme bey

jedem

jedem Versuche nur darum stärker gewesen ist, weil keine Entzündung erfolgt, mithin weniger Hitze entstanden ist, und folglich weniger Theile verjagt und zu Dünsten geworden sind.

Diese Wahrnehmungen über die Zunahme des Luftzünders an Gewicht haben dem Herrn de Smeth auf den Zuwachs gebracht, welcher bey dem lebendigen Kalk statt findet. Zwölf Unzen desselben, welche auf einer Wage der Luft ausgesetzt wurden, haben den ersten Monat hindurch beynahe sichtbarlich am Gewichte zugenommen; diese anziehende Kraft hat hernach allmählig abgenommen und nach Verlauf eines Jahrs, oder 13 Monate, hatte sie ganz und gar aufgehört. Der Kalk hatte binnen dieser Zeit 4 Unzen 3 Quent. und 40 Gran an Gewicht zugenommen, war zu einem feinen Pulver geworden und entband den flüchtigen Geist aus dem Salmiake nur in einer trockenen Gestalt.

Das ganze Gewicht dieses Kalks betrug nach 13 Monaten also 16 Unzen 3 Quent. und 40 Gran. De Smeth wog davon 12 Unzen 3 Quent. und 40 Gran besonders ab, und schloß darauf folgender Maaßen: Wenn 16 Unzen 3 Quent. 40 Gran in der Luft gelöschten Kalks 4 Unzen 3 Quent. und 40 Gran aus der Atmosphäre angezogenen Stoff enthalten, wie viele müßten denn 12 Unzen 3 Quent. und 40 Gran enthalten? Die Rechnung gab, daß solche Menge 3 Unzen, 3 Quent. $54\frac{1}{2}$ Gran betragen müßte. Man konnte natürlich glauben, daß dieser auf solche Art aus der Atmosphäre angezogene Stoff leicht im Feuer verfliegen würde; um sich hievon Gewißheit zu schaffen, that er diese 12 Unzen 3 Quent. 40 Gran Kalk in eine irdene Retorte von derjenigen Art, wie man zur Uebertreibung

bung des Phosphors anzuwenden pflegt, und unterhielt das Feuer zwey Tage in einer ſehr heftigen Stufe der Hitze; während dieſer Verrichtung giengen 1 Unze 4 Quent. und 40 Gran reines Waſſer über, in welchem er durch alle Arten von Proben keine Spur eines ſalzigen Stoffs entdecken konnte. Wie aufmerkſam de Smeth hiebey auch war, ſo konnte er doch während der ganzen Zeit der Verrichtung keine Entbindung eines elaſtiſchen Stoffs wahrnehmen; da aber die Retorte, nachdem das Feuer ausgegangen war, einen Riß erhalten hatte, ſo ließ ſich aus dieſem Verſuche nichts gewiſſes ſchließen. Der Kalk wog, ſo wie er aus der Retorte genommen ward, 10 Unzen 5 Quent., welches mit 1 Unze 4 Quent. 40 Gran Waſſer, ſo in die Vorlage übergegangen war, in allem 12 Unzen 1 Quent. 40 Gran ausmachte. Die angewandte Menge betrug 12 Unzen 3 Quent. 40 Gran, woraus alſo folgt, daß während der Deſtillation nur 2 Quent. verloren gegangen waren. Offenbar iſt alſo die Entbindung von Luft, wenn eine vorgegangen iſt, bey weitem nicht ſo beträchtlich geweſen, als ſie es nach der Lehre des Herrn Black hätte ſeyn ſollen, nach welcher ſie beynahe die Hälfte des Gewichts der angewandten Kalkerde hätte ausmachen ſollen. Uebrigens verſichert de Smeth, daß der Rückſtand in der Retorte wirklicher lebendiger Kalk geweſen ſey.

Dieſer Verſuch giebt dem Herrn de Smeth Anlaß, zu bemerken, daß der an der freyen Luft gelöſchte und darnach in verſchloſſenen Gefäßen calcinirte Kalk nicht alles wieder verliere, was er aus der Atmoſphäre angezogen hatte; man hat nämlich geſehen, daß der gelöſchte Kalk, ehe er ins Deſtillirgeräthe gethan ward, 3 Unzen 2 Quent. 54½ Gran aus der

Atmosphäre angezogenen Stoff enthielt; aber beym Destilliren hat er nur 1 Unze 7 Quent. 40 Gran verloren; mithin hat das Feuer 1 Unze 3 Quent. 14½ Gran nicht von demselben scheiden können. Dasselbe hatte auch schon Duhamel wahrgenommen.

Dieser besondere Umstand bewog dem Herrn de Smeth, diesen Versuch in offenen Gefäßen zu wiederholen. Zu dem Ende that er die 4 Unzen, welche er von dem von der Luft gelöschten Kalk noch zurückbehalten hatte, in einen Tiegel; diese mußten nach dem oben angegebenen Verhältnisse 8 Quent. 47 Gran aus der Atmosphäre angezogenen Stoff enthalten; inzwischen verlohr dieser Kalk, wie er in einem Windofen einem sehr heftigen Feuer ausgesetzt ward, nur 7 Quent. 36 Gran wieder, und hatte folglich noch 1 Quent. und 11 Gran von dem aus der Atmosphäre angezogenen Stoff bey sich behalten. Als dieser Kalk von neuem an die Luft gestellt ward, erhielt er wieder einen Zuwachs von 4 Quent. 28 Gran am Gewichte.

De Smeth schließt aus diesen Versuchen: 1. daß der Kalk einen Stoff aus der Atmosphäre anziehe, welcher sich nicht wieder von demselben versagen lasse, 2. daß der größte Theil der Zunahme des Gewichts, welchen er an der Luft erhält, bloß vom Wasser herrühre, und die Luft nicht merklich durch die Verbindung ihres eigenen Wesens dazu beytrage. Er ist mit dem Herrn Szathmar der Meynung, daß das nämliche von der Zunahme des Gewichts des Luftzünders gelte, welche ebenfalls bloß von der Feuchtigkeit herrühre. Man sieht leicht, daß diese Behauptungen der Lehre des Herrn Black und seiner Schüler geradezu entgegenstehen.

Nach einigen Betrachtungen über die Art, wie die Luft im Waſſer befindlich ſey, und über die Urſache des Siedens des Waſſers, unternimmt de Smeth zu beweiſen, daß, wenn die äzenden Laugenſalze mit Säuren nicht brauſen, man dieſe Erſcheinung wahrſcheinlich nicht dem Mangel der Luft oder eines elaſtiſchen Stoffs zuzuſchreiben habe, als worüber er ſich folgender Maaßen äußert: Black und die Anhänger der fixen Luft behaupten, daß die äzenden Laugenſalze darum nicht mehr mit Säuren brauſen, weil der Kalk, welcher ſehr begierig nach der fixen Luft iſt, ſie derſelben beraubt hat. Wäre dieſer Grundſaz richtig, ſo würde nothwendig zweyerley folgen: 1. daß den äzenden Laugenſalzen aller zum Brauſen oder Sieden geſchickte Stoff gänzlich fehlen müßte, 2. daß ſie die Eigenſchaft zu brauſen auf der Stelle wieder erhalten müßten, wenn man ihnen eine hinlängliche Menge Luft wieder gäbe; nun zeige aber, fügt de Smeth hinzu, die Erfahrung, daß dieſe beyden Schlußfolgen der Black'ſchen Lehre gleich falſch ſeyen, und dieß ſucht er durch folgende Verſuche zu erweiſen:

1. Er ſtellte flüchtigen durch Kalk ausgetriebenen Salmiakgeiſt unter die Glocke; an das Geräthe war ein ſo eingerichteter Probebarometer angebracht, daß das Queckſilber in demſelben bey jedem Zuge des Stempels in die Höhe ſtieg, anſtatt, daß es bey den in Frankreich gebräuchlichen Luftpumpen fällt; ſobald das Queckſilber 25 Zoll hoch geſtiegen war, fieng der flüchtige Geiſt ſehr ſtark zu ſieden an.

2. Bey Wiederholung des nämlichen Verſuchs mit gewöhnlichem durch fixes Laugenſalz aus dem Salmiake getriebenen flüchtigen Laugenſalz ſtiegen, ſogar

bey

bey einer noch vollkommenern Ausleerung, nur einige unmerkliche Bläschen auf.

3. Er stellte Seifensiederlauge unter die nämliche Glocke. Sobald das Queckſilber bis 19 Zoll gestiegen war, fieng sie an, einige Bläschen zu zeigen, welche allmählig Perlen ähnlich wurden, jedoch auf der Oberfläche nicht zersprangen; als das Queckſilber aber zu einer Höhe von $28\frac{3}{4}$ Zoll gestiegen war, wurden sie viel größer und gelangten bis zur Oberfläche, ohne solche jedoch in die Höhe zu heben; sehr viele blieben an den innern Wänden des Gefäßes sitzen.

4. Die gewöhnlichen Laugensalze haben, wenn sie auch noch so lange im leeren Raume gehalten worden sind, nie das geringste Bläschen fahren lassen, wofern sie nicht stark erhitzt worden sind.

Aus diesen Versuchen schließt de Smeth, daß die ätzenden Laugensalze mehr zum Sieden geneigt sind, als die gewöhnlichen; aber man sieht leicht, daß er annimmt, die Eigenschaft zu brausen hange von dem nämlichen Grundstoffe ab, welcher die Flüssigkeiten zum Sieden bringt, welches unerwiesen ist.

Ferner sucht de Smeth zu erweisen, daß die Mittheilung der Luft den ätzenden Laugensalzen die Eigenschaft, mit Säuren zu brausen, nicht wiedergebe; zu dem Ende hat er zwey gebogene gläserne Röhren an eine große Thermometerkugel blasen lassen, die Kugel mit ätzendem flüchtigen Laugensalz angefüllt, und durch die eine Röhre geblasen; allein ob er gleich dieses lange Zeit fortgesetzt hat, so hat doch das Laugensalz die Eigenschaft zu brausen nicht erhalten.

Er hat fixes und flüchtiges ätzendes Laugensalz in der in s'Gravesande's Naturlehre beschriebenen

Einrichtung zur Verdichtung der Luft zu halten verſucht, und nicht bemerkt, daß es einige Veränderung erlitten hätte.

Aus dieſen Verſuchen ſchließt de Smeth: die Eigenſchaft der ätzenden Laugenſalze, nicht zu brauſen, rühre vielmehr von einem beygetretenen, als von einem entwichenen Stoffe her; es wäre denn, fügt er hinzu, daß der Kalk ihnen einen Stoff nähme und einen andern wiedergäbe, welches ſeiner Meynung nach ſchwer zu entſcheiden iſt.

De Smeth hat auch die meiſten Verſuche des Herrn Macbride über die Wirkung der Ausflüſſe der gährenden oder brauſenden Stoffe auf das Kalkwaſſer und auf die ätzenden Laugenſalze wiederholt, aber anſtatt der Macbrid'ſchen Geräthſchaft bloß einen gläſernen Kolben mit einem Stöpſelhelme gebraucht; unten in den Kolben thut er Kreide oder Laugenſalze, gießt dann vermittelſt eines Trichters durch die Stöpſelöffnung des Helms eine beliebige Säure hinzu, und verſchließt die Oeffnung ſchnell; endlich bindet er an das Ende vom Schnabel des Helms eine Phiole, in welche er Kalkwaſſer, ätzendes Laugenſalz und die übrigen Stoffe thut, welche er den Ausflüſſen der brauſenden oder gährenden Stoffe ausſetzen will.

Flüchtiges Laugenſalz, welches den Ausflüſſen eines durch die Auflöſung eines fixen Laugenſalzes im Vitriol- Salpeter- oder Salzſaurem bewirkten Brauſen in dieſer Geräthſchaft ausgeſetzt worden iſt, hat in allen drey Fällen die Eigenſchaft zu brauſen gleich gut erlangt und die feſte Geſtalt wieder erhalten.

Fixes ätzendes Laugenſalz iſt in der nämlichen Geräthſchaft brauſend geworden, aber nicht angeſchoſſen.

Die

Die Verbindung der Essigsäure mit den verschiedenen säurebrechenden Erden hat den nämlichen Erfolg bewirkt.

Als lebendiger Kalk anstatt der Kalkerde genommen ward, so hat seine Verbindung mit den Säuren den ätzenden Laugensalzen die Eigenschaft zu brausen nicht wieder ertheilt und sie nicht zum Anschießen gebracht.

De Smeth hat die nämlichen Versuche mit Zucker wiederholt, welchen er mit Wasser in dem nämlichen Kolben zum Gähren hingestellt hatte; ein andermal hat er Rockenmehl genommen, und in einer gewissen Menge Wasser vertheilt; die Ausflüsse, welche sich entbanden, als die Gährung in voller Stärke vor sich gieng, äußerten gleiche Wirkungen wie die Ausflüsse der brausenden Mischungen.

Allemal, wenn das flüchtige ätzende Laugensalz dieser Probe unterworfen worden ist, sind an dem obern Theile der Flasche, worin solches enthalten war, Anschüsse von flüchtigem Laugensalze in verschiedenen Gestalten erfolgt; dergleichen Anschüsse ward man sogar in der Flüssigkeit selbst gewahr, und wenn die Gährung stark vor sich gieng, so war die Operation in 2 bis 3 Stunden zu Ende gebracht, und das Laugensalz milde gemacht.

Ferner hat de Smeth wahrgenommen, daß bey diesem nämlichen Versuche beständig eine kleine Wolke von dem flüchtigen ätzenden Laugensalze aufstieg, welche sich nach dem Schnabel des Helms hinzog, und daß zu gleicher Zeit eine innere Bewegung in der Flüssigkeit wahrgenommen ward, welche ohngefähr der Dicke der Wolke entsprach und nach oben gerichtet zu

ſeyn ſchien. Die Anſchüſſe, welche man bey dieſen Operationen vom flüchtigen Laugenſalze erhält, trocknen auf Löſchpapier an der Luft leicht und haben beynahe gar keinen durchdringenden Geruch mehr.

Wenn die Gährung zu Ende geht, kann der elaſtiſche Dampf den ätzenden Laugenſalzen die Eigenſchaft zu brauſen noch ertheilen, aber er beſitzt die Kraft, ſie zum Anſchießen zu bringen, nicht mehr.

Kalkwaſſer wird bey den nämlichen Verſuchen trübe und läßt den in ihm enthaltenen Kalk fallen.

Auch hat de Smeth verſucht, Fleiſch in der nämlichen Geräthſchaft faulen zu laſſen; die Ausflüſſe haben den Kalk ebenfalls niedergeſchlagen, und den Laugenſalzen die Eigenſchaft zu brauſen wiedergegeben, nur ſind die Wirkungen etwas langſamer erfolgt. Was die Eigenſchaft, dieſe Salze zum Anſchießen zu bringen, betrifft, ſo iſt es ihm nicht möglich geweſen, hievon zu urtheilen, weil von den gährenden thieriſchen Stoffen feuchte Dünſte aufſtiegen, welche das Salz aufgelößt haben würden, wenn es auch zum Anſchießen geneigt geweſen wäre.

De Smeth nimmt ſich hernach vor, zu beweiſen, daß die elaſtiſchen Ausflüſſe, welche von den gährenden und brauſenden Subſtanzen entbunden werden, von der atmoſphäriſchen Luft weſentlich verſchieden ſeyen. Die vornehmſten Verſchiedenheiten, welche ſeiner Meynung nach Merkmale dieſer Ausflüſſe abgeben, ſind folgende:

1. Die Ausflüſſe des Brauſens und der Gährungen ertheilen den ätzenden Laugenſalzen die Eigenſchaft, mit Säuren zu brauſen, wieder und bringen die flüchtigen Laugenſalze zum Anſchießen: die atmoſphäriſche

Luft

Luft aber äußert diese unter den nämlichen Umständen nicht.

2. Die atmosphärische Luft unterhält das Feuer, nährt es und facht es an; ihr Beytritt ist zur Flamme so wesentlich nothwendig, daß solche ohne sie nicht bestehen kann; die Luft des Brausens und des Gährens hingegen ist eine Feindin der Flamme und löscht sie auf der Stelle auf. Dieser Thatsache hat sich de Smeth durch eine große Menge von Versuchen versichert; überdem ist diese Wahrnehmung auch allen denjenigen bekannt, welche Weine bereiten; man weiß, daß die Lichter in den Kellern, in welchen diese Flüssigkeit gährt, sogleich verlöschen, wenn die Luft nicht hinlänglich erneuert ist.

3. Die atmosphärische Luft ist nicht weniger zur Unterhaltung des Lebens der Thiere nothwendig, dagegen ist ihnen die Luft der Gährung so schädlich, daß sie diejenigen, welche sie in einer hinlänglich großen Menge einathmen, als ein feines Gift tödtet, und aus dieser Ursache fallen auch oft Unglücksfälle in den Kellern vor.

Diejenige Luft, welche beym Brausen weggeht, ist den Thieren nicht weniger schädlich, als die Luft der Gährungen; indessen ist sie von derselben darin verschieden, daß sie nicht so, wie letztere, berauscht und dem Körper nicht solche Lebhaftigkeit ertheilt, wenn man sie in kleinen Portionen nimmt.

4. Die atmosphärische Luft begünstigt die Fäulniß eher, als daß sie solche aufhalten sollte; die Ausdünstungen der gährenden und brausenden Stoffe sind dagegen ein starkes Fäulnißwidriges Mittel, wie Boyle zuerst gefunden, Cotes in seinen Vorlesungen ge-

lehrt, und Macbride nachher durch zahlreiche Verſuche bekräftigt hat.

5. Die Ausdünſtungen der Gährung ſind zuweilen mit einer wunderbaren Elaſticität begabt, aber ſie iſt nicht immer gleich, ſondern anfänglich ſehr beträchtlich, nachher wird ſie matter und endlich verliert ſie ſich ganz und gar; beynahe eben ſo verhalten ſich die Ausdünſtungen der brauſenden Miſchungen. Obgleich die Urſache dieſer Verſchiedenheiten nicht recht bekannt iſt, ſo kann man ſelbige demungeachtet mit der des Waſſers vergleichen, welches bald, wenn es zu Dünſten geworden iſt, durch die Hitze außerordentlich ſtark ausgedehnt wird und ähnliche Erſcheinungen als die Luft zeigt, bald, wenn es kalt geworden und verdichtet iſt, in tropfbarer Geſtalt als Waſſer zuſammengeht.

6. Die Ausflüſſe der Gährung ſind viel feiner als die Luft, und dringen durch Körper hindurch, welche dieſer ein undurchdringliches Hinderniß in den Weg gelegt haben würden; de Smeth hat ſie vermittelſt des Verklebens nicht zurückhalten können; eine um die Mündung eines Gefäßes, in welchem ein gährender Stoff enthalten war, gebundene feuchte Blaſe iſt während der größten Bewegung nicht ausgeſpannt worden, obgleich andere Verſuche gewiß darthaten, daß viele elaſtiſche Flüſſigkeit entbunden ward.

Aus allen dieſen Verſuchen und Betrachtungen, welche denſelben beygefügt ſind, ſchließt de Smeth, man habe den Ausflüſſen der Gährung und des Brauſens ſehr uneigentlich die Benennung der fixen Luft ertheilt; dieſer Stoff ſey ſeit langer Zeit bekannt; er ſey von van Helmont unter der Benennung des Gas, von Boyle unter dem Nahmen der künſtlichen Luft und von den Alten unter der Benennung des ae-

flus beobachtet worden; er sey es, welchen man durch die gefährliche Luft des Avernus, durch den vergifteten Hauch der Furien bezeichnet habe; ihm müßte die Ursache der traurigen Wirkungen der Hundsgrotte und einiger anderer unterirdischer Oerter zugeschrieben werden.

Endlich schließt de Smeth, die fixe Luft, oder das Gas, sey nicht ein und eben derselbe Stoff, sondern vielmehr sehr abgeändert, vielfach und von einander verschieden; anstatt ein besonderes Element in dem Verstande, welchen die Chemiker diesem Worte beylegen, zu seyn, sey dieser Stoff vielmehr ursprünglich nicht in dem Körper befindlich gewesen, von welchem er entbunden werde, sondern sey ein durch das Abreiben von dem Zusammenstoßen aller festen und flüchtigen Theile entstandenes Ansteckungsgift, und daher komme er nie anders zum Vorschein, als in den Fällen, wo die Körper heftige innere Bewegungen, gewaltsame Stöße, leiden, ihre Theile gegen einander stoßen, einander verändern, zerstoßen, verfeinern, wie bey der Gährung, dem Brausen, dem Verbrennen u. s. w. Daher glaubt de Smeth, man müsse ein

Gas der Weingährung (gas vinificationis)
Gas der Essiggährung (gas acetificationis)
Fäulungs-Gas (gas septicum)
Salziges oder vom Brausen entstehendes Gas (gas salinum s. effervescentiarum)
Wasser- und Erde- oder unterirdisches Gas (gas aquae et terrae, s. subterraneum)

unterscheiden. Zur Bestärkung dieser Verschiedenheit führt er nur die Gerüche an, das Gas der Weingährung jedoch ausgenommen, welches besondere Erscheinungen in der thierischen Oekonomie zeigt.

Hieraus prüft de Smeth mit wenigen Worten die Meynung derjenigen, welche glauben, die fixe Luft ſey das allgemeine Band der Anfänge. Aus dem Angeführten ſieht man leicht, daß die fixe Luft Fäulnißwidrig ſey, aber daraus folgt, ſeiner Meynung nach, noch nicht, daß die fixe Luft in dem Körper, aus welchem ſie entbunden wird, befindlich ſey, noch auch, daß ſie zum Zuſammenhange ſeiner Theile und ihrem geſunden Zuſtande etwas beytrage. Uebrigens bemerkt er, daß die Fäulnißwidrige Kraft nicht allein der fixen Luft eigen ſey, ſondern daß alle Produkte der Gährung die nämlichen Eigenſchaften beſitzen; daß der Weinſtein, Eſſig, Weingeiſt der Fäulniß in einem eben ſo hohen Grade widerſtehen, als die fixe Luft; endlich, fügt er hinzu, würde man alles, was die Schüler des Herrn Black von der fixen Luft ſagen, auf den Weingeiſt anwenden und durch die nämlichen Beweisgründe behaupten können, daß ſolcher der Kitt der Körper, das Band der Uranfänge wäre, welches doch ungereimt ſeyn würde.

Macbride hatte in der Art, wie die zuſammenziehenden Stoffe wirken, einen neuen Beweisgrund für die fixe Luft gefunden; ihre Fäulnißwidrige Kraft kam ſeiner Meynung nach nur von der Eigenſchaft her, welche ſie beſitzen, die Zwiſchenräume der Körper zu verengern, wenn ſelbige faulen, und folglich der Entbindung der fixen Luft, welche wegzugehen ſtrebt, zu widerſtehen; de Smeth widerlegt dieſen Beweisgrund und behauptet, wir ſeyen in der Kenntniß der Art, wie die zuſammenziehenden Stoffe wirken, noch zu weit zurück, als daß auch nur der ſchwächſte Beweis daraus gefolgert werden dürfte.

Aus Black's ganzem Werke schließt de Smeth, die Lehre von der fixen Luft beruhe nur auf unsichern und schwachen Gründen, könne, so wie sie von ihren Vertheidigern vorgetragen werde, keine ernstliche Prüfung aushalten, und werde nur eine vorübergehende Meynung seyn.

Zu dieser Prüfung der Black'schen Lehre fügt de Smeth zwey wichtige Wahrnehmungen über die Luft der Utrechter Brunnen und über die von glühenden Kohlen weggehende Luft hinzu. Die Brunnen zu Utrecht sind zwischen 28 Fuß tief; man pflegt Pumpen in selbige zu setzen und das Wasser durch solche in die Höhe zu bringen, und bedeckt sie darnach mit einer Art von Gewölbe. Wenn man diese Brunnen nach einiger Zeit aus einer oder der andern Ursach öffnet, so muß man sie über zwölf Stunden offen stehen lassen, ehe man hineinsteigt; wer eher hineinsteigen wollte, würde sich der Gefahr eines plötzlichen Todes aussetzen. Die Luft dieser Brunnen löscht die Lichter aus, wie Luft, welche durch Brausen oder Gähren erhalten ist; sie schlägt auch den Kalk aus dem Kalkwasser nieder und verändert ihn zu einer Kalkerde; mit einem Worte sie besitzt alle Eigenschaften der sogenannten fixen Luft; indessen ist das Wasser, das man aus diesen Brunnen schöpft, dennoch gleich gesund.

De Smeth hat ebenfalls erfahren, daß die Luft, welche durch glühende Kohlen gegangen war, viele Eigenschaften mit der fixen Luft gemein hatte; sie schlägt das Kalkwasser nieder und ertheilt den Laugensalzen die Eigenschaft, mit Säuren zu brausen, wieder. De Smeth giebt die Mittel an, diese Luft in dem leeren Raume der Luftpumpe mit verschiedenen Stoffen zu verbinden, und bemerkt, daß man, wenn

ätzen-

äzendes flüchtiges Laugenſalz angewandt wird, in dem Augenblicke, da die Kohlenluft in die Glocke tritt, einen beträchtlichen Rauch wahrnimmt, welcher vom flüchtigen Laugenſalze aufſteigt.

Aus dieſer Anführung der Bemühungen des Hrn. Smeth ſieht man leicht, daß er eine mittlere Meynung zwiſchen der Black'ſchen und Meyerſchen anzunehmen geſucht hat, ſeine Lehre aber mit ſeinen eigenen Verſuchen nicht immer übereinſtimmt.

Ventilator.

D. Hales war auf die Meynung gekommen, daß der gröſte Theil der Schiffskrankheiten von der zwiſchen den Verdecken eingeſchloſſenen, durchs Athmen und Ausdünſten verdorbenen Luft herrühre. Dadurch ward er im Jahr 1741 veranlaßt, eine Maſchine zu erfinden, durch welche man aus eingeſchloſſenen Räumen, z. B. Krankenzimmern, Hoſpitälern, auf Schiffen u. dergl. die verdorbene Luft hinwegſchaffen, und durch friſche Luft erſetzen könne. Er gab derſelben den Nahmen eines Ventilators, und laß die Beſchreibung davon in einer Verſammlung der königlichen Societät im May 1741 vor. Im November eben deſſelben Jahrs meldete der königl. ſchwediſche Kapitain Martin Triewald dem Präſidenten der Societät zu London, Mortimer, daß er ebenfalls eine Maſchine zur Erneuerung der Luft auf den Schiffen erfunden habe, welche in einer Stunde 36172 Cubikfuß Luft auspumpe. Dieſer Maſchine bediente man ſich mit ſehr gutem Erfolg auf den Schiffen der ſchwediſchen Flotte und in Frankreich, wohin Triewald ein Modell derſelben geſchickt hatte. Beyde Erfindungen ſind einander ſehr ähnlich.

Des Hales q) Ventilator besteht aus zwey hölzernen Kasten oder Parallelepipeden, deren jedes in der Mitte durch eine um ein Charnier bewegliche hölzerne Klappe getheilt ist. Diese Klappen sind an einer Seitenfläche des Kastens durch das Charnier befestigt, und stehen von den übrigen Seiten ringsum um $\frac{1}{20}$ Zoll ab. Sie sind durch eiserne Stangen an einem Hebel so befestigt, daß man durch Hin- und Herbewegen der Hebelstange, wie bey dem doppelten Druckwerke, abwechselnd eine Klappe um die andere erheben und wieder niederdrücken kann. An den Grundflächen jedes Kastens befinden sich vier Ventile. Zwey derselben öffnen sich nach innen, zwey nach außen. Jeder Kasten ist an der Stelle, wo sich die auslassenden Ventile befinden, mit einem vorliegenden kleinern Kasten oder Parallelepipedum verbunden, in welches man bewegliche Röhren einsetzen kann, um durch selbige die Luft dahin zu leiten, wo man sie nöthig hat.

Es ist leicht zu begreifen, daß man es durch diese Maschine in seiner Gewalt hat, ihrer verschiedenen Stellung gemäß entweder die verdorbene Luft auszupumpen, oder frische einzubringen. Im ersten Falle muß der Ventilator so stehen, daß seine einsaugenden Ventile mit dem Zimmer verbunden sind, das Ende der Röhre aber hinaus in die freye Luft geht. In dieser Stellung, welche D. Hales für die vortheilhafteste hält, konnte man mit einem doppelten Kasten in einer Stunde auf 25000 Tonnen Luft auspumpen, und die frische Luft gieng dagegen so unvermerkt ein, daß

q) Treatise on ventilators. Lond. 1743. 2 ed. II. Vol. 8. Description du ventilateur de M. *Hales*, trad. de l'angl. par *Demours*. Paris 1744. 8. Auszugsweise im Hamburg. Magaz. B. II. S. 25. f.

daß weder die Kranken, noch die Schlafenden im Zimmer einige Unbequemlichkeit empfanden. Doch bemerkt Hales, daß, wenn man recht reine Luft auf den Schiffen haben wolle, der Ventilator faſt immer in Bewegung erhalten werden müſſe. Um friſche Luft einzublaſen, müßte die Maſchine außerhalb des Zimmers ſtehen, und die Leitröhren ins Zimmer geführt werden, wobey aber der entſtehende Wind unbequem ſeyn würde. Hales ſagt in ſeinem Werke noch viel lehrreiches über die Mittel, die Geſundheit auf den Schiffen zu erhalten, und giebt den Rath, ſeinen Ventilator zur Reinigung der Luft in Kohlenſchächten, Pulvermagazinen u. d. gl., zum Trocknen des Getreides und Schießpulvers, imgleichen zur Einblaſung von Dämpfen, welche die Würmer und Inſekten tödten u. ſ. w. anzuwenden.

Da aber dieſe Maſchine viel Raum einnimmt, und zu ihrer Bewegung eine beſtändige Arbeit erfordert wird, ſo iſt ihr Gebrauch auf den Schiffen nicht allgemein geworden. Peter Wargertin [r]) bemerkt, es wäre wohl nichts natürlicher geweſen, als ſogleich auf eine ſolche Einrichtung zu denken, wie ſie täglich in Häuſern und Wohnzimmern gebraucht wird. Die Schornſteine und Ofenröhren wären ja nichts anders, als eine Art von Zugröhren, die den Rauch abzuführen dienen, welcher ſonſt an den Orten bleiben würde, wo man Feuer macht. Jedermann wiſſe aus Erfahrung, daß die alte Luft zugleich aus dem Orte gebracht werde, und neue Luft von ſelbſt durch Thüren, Fenſter und andere Oeffnungen hineindringe.

Nach-

r) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XIX. S. 77. f. der deutſch. Ueberſ.

Nachdem man die Küche auf das oberste Verdeck des Schiffes versetzt habe, habe man, sagt Wargertin, nicht daran gedacht, daß das Feuer in ihr doch noch die Abwechselung der Luft unter dem Schiffe erhalten könnte, wenn man nur Röhren dazu gehörig einrichtete. Durch das geringste Nachdenken hätte man leicht finden können, daß Feuer oder Wärme, an das obere Ende einer Röhre angebracht, viel gewisser einen Zug erregt, als wenn es sich an dem untern Ende, wie bey Heerden und Oefen, befindet: denn im letzten Falle könne seine Wirkung von allen den erwähnten und noch mehr Umständen verhindert werden, aber im ersten könne der Zug unmöglich fehlen.

Der verstorbene Triewald habe selbst seit 1721 dieses Verfahren mit großem Vortheile angewandt, die ungesunde Luft aus einer englischen Steinkohlengrube zu ziehen. Er ließ nämlich ein Rohr von Holz machen, dessen eine Seite tief hinunter in den Schacht gieng; das obere Ende wurde oben am Tage in das Aschenloch eines Windofens eingemauert, der in einiger Entfernung vom Schachte von Ziegeln aufgeführt war. In den Ofen ward über das Aschenloch ein dichter eiserner Rost gelegt, auf welchem sich die Steinkohlen und das Feuer befanden. Nachdem dieses geschehen und der Luft aller Zugang zum Feuer verschlossen war, der durch das Rohr ausgenommen, entstand ein so starker Zug durch das Rohr, daß der Schacht, welcher 40 Lachter tief war, innerhalb einer Viertel Stunde von den schädlichen Wettern ganz befreiet ward.

Triewald nannte dieses seine glücklichste Erfindung, und ließ die Beschreibung davon in die Abhandl. der königl. Akad. der Wissenschaften für 1741

einrücken, eben das Jahr, da er ſeinen Ventilator bekannt machte.

Der Engländer Sutton machte von Triewalds Erfindung eine glückliche Anwendung auf die Schiffe; jedoch iſt es unbekannt, ob Sutton für ſich auf dieſen Gedanken gekommen iſt, oder ob er ihn von Triewald entlehnt habe. Er übergab ſeine neue Art, Abwechſelung der Luft zu bekommen, im J. 1739 der engliſchen Admiralität; aber ſie genehmigte ſie nicht. Durch den Beytritt des D. Mead *) und einiger anderer Männer aber erhielt die Sache endlich eine ganz andere Geſtalt, die Erfindung ward gebilligt, und ein königlicher Befehl ausgefertigt, daß alle Kriegsſchiffe damit verſehen werden ſollten.

Suttons Einrichtung iſt folgende: die Küchenheerde auf den engliſchen Kriegsſchiffen haben zwey Boden, der obere iſt ein eiſerner Roſt, auf den man Steinkohlen oder Holz legt, der untere iſt eine Mauer, auf welche die Aſche fällt. Wenn das Feuer angezündet iſt, ſo verſchließt man die obere Oeffnung mit einem ganz dichten Deckel, die untere wird offen gelaſſen, ſo daß das Feuer die nöthige Luft durch den Roſt bekommen kann. Zwiſchen dieſen beyden Boden ließ Sutton drey oder mehr kupferne Röhren ſetzen, ſo lang, als die Dicke der Mauer, und ſo weit, als die Höhe zwiſchen den Boden es geſtattete. Dieſe Röhren gehen aus dem Ofen in ein luftdichtes Behältniß, das bey dem Heerde eingemauert iſt, und von welchem andere Röhren hinunter durch das Verdeck gehen, und auf die bequemſte Art in den Raum zum Pumpenplatze, oder wohin man ſie unten im Schiffe haben will,

*) Philoſ. Tranſact. for 1741. n. 462. p. 42.

will, geleitet werden. Wird nun das Feuer unter den Pfannen angezündet, so verschließt man auch die untere Oeffnung, da alsdenn keine andere Luft zum Feuer kommen kann, als diejenige, welche aus dem Schiffe durch die Röhre gezogen wird, und diese steigt desto häufiger auf, je stärker das Feuer brennt, und je dichter die Oeffnungen verschlossen sind, daß keine Luft dadurch eindringen kann. Hieraus erhellt, daß solchergestalt ein Luftzug entstehen muß. Sobald die eingeschlossene Luft im Schiffsraume durch Röhren herausgezogen wird, dringt statt ihrer frische Luft von selbst und nach und nach durch alle Oeffnungen des Schiffs vermittelst des Drucks und der Elasticität der äußern Luft herein. So wird ein guter Luftwechsel im Schiffe unterhalten, ohne daß es jemanden Mühe oder Unbequemlichkeiten verursachte, so lange das Feuer auf dem Heerde brennt, welches doch ohnedem zum Kochen den größten Theil des Tages nöthig ist. Ja die Röhre zieht noch einige Stunden, nachdem das Feuer ausgegangen ist, so lange nämlich die Heerdmauer noch warm bleibt.

Im Jahr 1765 legte die Akademie der Wissenschaften in Schweden folgende Preisaufgabe vor: ob man nicht die Abwechselung der Luft auf Schiffen noch vortheilhafter, als wie Hales, Triewald und Sutton solches angegeben haben, erhalten könne? Jakob Ventura[t]) zu Venedig erhielt den Preis. Dieser bemerkt, daß, wenn man den Werth einer Maschine prüfen, oder mehrere Maschinen, die zu einer Absicht bestimmt sind, mit einander vergleichen wolle, man

t) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXVIII. S. 217. dem d. Ueb.

man folgende Umſtände unterſuchen müſſe: 1. ob die Maſchine den Dienſt, zu dem man ſie verlangt, vollkommen leiſtet, 2. ob ſie einfach genug, und nicht allzukünſtlich iſt, 3. ob ſie geringe Koſten zum Gebrauche und zur Ausführung erfordert, 4. ob ihr Gebrauch bequem iſt, 5. ſie wenig Raum einnimmt, 6. ihre Wirkung bald thut, 7. unter dem Gebrauche nicht ſo leicht in Unordnung kömmt, 8. nicht auf einige Art gefährlich iſt, 9. ob ſie dauerhaft iſt, auch 10. zugleich zu mehrerem nützlichen Gebrauche dienen kann. Die Maſchine, welche alle dieſe Abſichten zugleich erfüllt, iſt ohne Zweifel als die allervortheilhafteſte anzuſehen.

Ventura's erſte Erfindung beſteht aus drey Haupttheilen und drey Hülfstheilen. Die Haupttheile ſind 1. ein hölzerner Kaſten in zwey Plätze abgetheilt, 2. in 4 kleinen Luken, und 3. in zwey Bälgen. Die Hülfstheile ſind 1. zwey Luftröhren, 2. zwey Rollen mit ihren Seilen, und 3. das äußere Behältniß ſelbſt.

Der Kaſten wird ganz dicht und einfach von Holz gemacht. Er iſt $2\frac{1}{2}$ geometriſche Fuß lang, 2 Fuß 4 Zoll breit, auch ohngefähr $\frac{3}{4}$ Fuß hoch. Alle ſeine gegenüberſtehenden Seiten ſind mit einander parallel. Ein Zwiſchenbalken theilt den Kaſten inwendig der Länge nach in zwey Hälften, und iſt am Boden befeſtigt. An den ſchmalen Seiten des Kaſtens macht man länglichte viereckte Oeffnungen. An der einen Seite iſt die Oeffnung 9 Zoll lang und 6 Zoll breit, aber an der andern Seite 14 Zoll lang und 6 Zoll breit. Die erſte dient für die Luken, wo die Luft ausgetrieben wird, und die andere für die, wo die Luft hineingeht. Auch ſind die Luken länglicht viereckigt; die längern Seiten 10, die kürzern 8 Zoll. Sie machen mit dem Boden

einen Winkel von 55 Grad. Jede dieser Luken besteht aus zwey Bretern so zusammen geleimt, daß die Fasern übers Kreuz liegen, damit sie sich bey Abwechselung der Witterung nicht krümmen.

Die Boden der Bälge sind auch länglicht viereckigt, die eine Seite 2 Fuß 4 Zoll, die andere 2 Fuß 2 Zoll. Die Falten werden von feinen Buchbinderspänen oder dünnen Bretern gemacht, die man mit messingenen oder eisernen Haken an einander befestigt, und mit dünnem Leder überzogen, wie man zu den Orgelbälgen braucht. Wenn sie aus einander gehen, oder in Unordnung kommen, so kann sie jeder mit ein wenig Tischlerleim zurechte bringen. Zu jedem Balge gehören ihrer so viele, als nöthig sind, daß der Balg etwa 2 Fuß erhoben werden kann und 20 Cubikfuß Luft enthält. Sie desto stärker zu machen, kann man sie mit Pergament überziehen. Jeder hat im Boden ein länglicht viereckigtes Loch, wodurch sie, jedes mit seiner Hälfte der Windlade, Gemeinschaft haben.

Die Windröhren sind cylindrisch von dichter Leinwand um hölzerne Reife genäht, einer geht in den andern, so daß die Röhren durch derselben Zusammenfügung nach Gefallen verlängert werden können. Damit sich die Luft nicht zwischen der Leinwand und den Näthen durchdränge, überstreicht man sie mit etwas Leim, Kleister u. d. gl. Auch kann man die Röhren von Leder machen, oder von Holz, oder andern Materien. Der Durchmesser der austreibenden Röhre ist 8 Zoll, und der, wo die Luft hineindringt, 11 Zoll, wenn sie cylindrisch sind, oder eben des Flächeninhalts, wenn sie eine andere Gestalt haben. Die Fläche der Oeffnung der ziehenden Röhre muß ein gewisses Verhältniß zur Fläche des Bodens des Balges haben, so

daß, je größer oder kleiner der Boden iſt, deſto größer oder kleiner die Fläche der Oeffnung der ziehenden Röhre wird. Die Fläche des Bodens muß ſich zur Fläche der Oeffnung verhalten, wie 728 : 98.

Die Rollen mit ihren Seilen dienen, die Bälge leicht zu erheben, deren Deckel mit vier Stricken zuſammengebunden ſind, damit einer zuſchließt, indem ſich der andere öffnet.

Die äußere Umkleidung iſt dazu gemacht, theils die Maſchine vor Beſchädigungen von außen, vor Waſſer, Staub u. ſ. w. zu verwahren, theils auch ſie leichter fortzuſchaffen.

Will man nun mit dieſer Maſchine verdorbene Luft aus einem Zimmer treiben, ſo ſetzt man ſie hinein, und bringt nur die kleinere Röhre daran, welche die verdorbene Luft durch irgend ein Luftloch austreibt; ſtatt deren dringt ſchon von ſelbſt gute und geſunde Luft durch alle Oeffnungen des Zimmers hinein. Eben das kann auch geſchehen, ohne daß man die Maſchine ins Zimmer bringt, wenn man nur die ziehende Röhre hineinbringt, und die Pumpe außen bewegt, wodurch die ſchädliche Luft ausgezogen wird. Man kann alſo auf zweyerley Art friſche und gute Luft hineinbringen, und treiben wohin man will. Will man in einem Zimmer die Luft nur in Bewegung ſetzen und dadurch verbeſſern, ſo ſetzt man die Pumpe hinein, und bewegt ſie ohne Röhren.

Ventura führt an, daß mit Hülfe dieſer Maſchine in einer Minute 800 Cubikfuß Luft ausgepumpt werden, mithin in einer Stunde 48000, welches ohngefähr ſo viel beträgt, als der kubiſche Inhalt des Schiffs unter dem Verdeck, den man, wenn es leer iſt, auf 50000 Cubikfuß rechnet.

Fer-

Ferner bemerkt er, daß diese Maschine auch zur Reinigung der Luft in Krankenhäusern, Gefängnissen, Gruben, und an andern Orten, wo Abwechselung der Luft nöthig ist, gebraucht werden könne; folglich habe diese Erfindung alle Vortheile, die man verlangen könne.

Endlich stellt er eine Vergleichung seiner Maschine mit denen von Hales und Triewald an, und zeigt auf vielfältige Art den Vorzug der seinigen.

Außerdem hat Ventura u) noch ein anderes Instrument zur Reinigung der Luft erfunden, welches auf eine vortheilhaftere Art durchs Feuer wirkt, als Sutton's Erfindung. Er nennt selbiges eine Aeripila, wegen der Aehnlichkeit mit Vitruvs Aeolipila.

Es ist ein rundes hohles Gefäß 10 Zoll im Durchmesser mit zwey offenen kurzen Röhren oder Hälsen, und zwey Aeuglein an der Seite, um einen gebogenen Drath, womit man das Gefäß halten kann, dadurch zu stecken. Man macht es von irgend einer Materie, die vom Feuer nicht verzehrt wird, als Thon, Eisen, Kupfer, oder einem andern Metalle, und etwas dick, damit es die Wärme desto länger behält, wenn es einmal erhitzt ist. Man kann es auch aus zwey Abschnitten einer Kugel zusammensetzen, davon der eine beym Rande wohl und dicht in den andern geht.

Diese Luftkugel besteht nur aus drey Theilen, dem Hauptheile, dem Gefäße selbst, und zwey Hülfstheilen, dem Griffe und den Röhren.

Der

u) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXVIII. p. 297. d. d. Uebers.

Der Gebrauch und Nutzen ſind leicht einzuſehen. Man ſetzt das Gefäß auf einen Dreyfuß, oder hängt es an dem Griff über oder an das Feuer, bey welcher Feuerſtätte man will, ſo thut es ſeine Wirkung, Luft zu ziehen. Soll aus einem Orte ungeſunde Luft gezogen werden, ſo ſetzt man ſo viele Röhren an das Rohr der Kugel zuſammen, bis ſie in dieſen Platz reichen. Iſt dann die Kugel ſelbſt an einem offenen Platze, ſo braucht man die obere Röhre nicht; iſt ſie aber an einem verſchloſſenen Orte, ſo ſetzt man auch die obere Röhre an, und verlängert ſie durch immer angeſetzte Stücke, bis ſie ein Fenſter oder irgend eine andere Oeffnung in die freye Luft erreicht. Die Wärme in der Kugel verurſacht alsdann einen ſtarken Luftzug durch die Röhre, ſo daß die ungeſunde Luft in kurzer Zeit hinausgeht.

Will man in ein Zimmer friſche Luft ſchaffen, ſo verlängert man die untere Röhre der Kugel bis zu irgend einer Oeffnung in die freye Luft. Befindet ſich die Kugel ſelbſt in dieſem Raume, oder geht die obere Röhre dahin, ſo wird der gewünſchte Luftwechſel nicht fehlen, ſchneller oder langſamer, nachdem das Feuer ſtark und der Platz groß iſt.

Hat man in verſchiedenen Zimmern zugleich Luftwechſel nöthig, ſo fügt man an die Hauptröhre ſo viele Nebenröhren, als zu den verſchiedenen Zimmern erfordert werden. Die Wirkung erfolgt allemal nach der Größe der Zimmer zuſammengerechnet, und nach der Stärke des Feuers. Um das Brennholz zu erſparen, kann man ſich hiezu vornämlich des Feuerheerdes bedienen, wo man kocht. Wird die Kugel in den Sonnenſchein geſetzt, ſo verurſacht ſie auch einigen Zug, aber nicht ſo ſchnell. Verlangt man nur einen Umlauf und

eine

eine Erfrischung in einem und demselben Zimmer; so setzt man die Luftkugel auf ein Kohlenbecken, und führt eine Röhre gegen die Decke, die andere gegen den Fußboden. Eben das läßt sich auch erhalten, wenn gleich das Feuer außer dem Zimmer ist, nur das beyder Röhren Enden dahin gehen.

Ventura glaubt, daß diese seine Erfindung alle diejenigen Vortheile hat, die man von einer Maschine verlangen kann; 1. leistet sie zulänglich gute und verlangte Wirkung auf Schiffen und anderswo, 2. kann eine Maschine kaum einfacher seyn, als diese, 3. kostet sie wenig, 4. beym Gebrauche werden wenige Kosten erfordert, weil allerley Brennholz dazu taugt, und man, ohne besondere Feurung, den Küchenheerd dazu brauchen kann, wo doch ohnedem meistens Feuer gehalten wird; 5. nachdem die Kugel einmal aufgestellt worden ist, braucht man nicht weiter auf sie Acht zu geben, oder Mühe an sie zu wenden, sondern sie thut ihren Dienst von selbst, 6. kann keine andere Maschine zu eben diesem Gebrauche weniger Raum einnehmen, 7. ihrer einfachen Einrichtung wegen wird sie nicht leicht in Unordnung kommen, und wenn sich solches ereignet, ist ihr Fehler leicht zu verbessern, 8. es ist keine Gefahr bey ihr; denn da kein Feuer in die Kugel kommt, kann auch keins durch die Röhren fallen, 9. wenn die Kugel von Metall gemacht wird, hält sie so lange, als Metall dauert; und endlich 10. läßt sich diese Vorrichtung mit Nutzen brauchen, nicht nur Luftwechsel auf Schiffen zu erhalten, sondern auch in Gruben, Kellern und Wohnzimmern, wo man es nur verlangt. Wohnzimmer lassen sich auch auf diese Art ohne besondere Feurung erwärmen, denn wenn die Kugel warm ist, giebt sie allemal warme Luft von sich, wenn die obere Röhre nicht gar zu lang ist.

Endlich vergleicht Ventura ſeine Erfindung mit der des Sutton, und findet ſie in vielen Rückſichten zu der Abſicht weit vortheilhafter als die des letztern, und bemerkt, daß es vortheilhaft ſeyn könne, auf großen Schiffen, welche lange Reiſen thun ſollen, ſeine beyden Erfindungen mit ſich zu führen, um jede nach Umſtänden zu gebrauchen.

Als die königliche ſchwediſche Akademie der Wiſſenſchaften die Preisfrage, wie auf eine vortheilhaftere Art Luftwechſel auf den Schiffen zu erhalten wäre, aufgab, kam Carl Wilcke x) auf eine Erfindung, die er damals weder vollkommener machte, noch überreichte; er bemerkt aber, ſie ſey ſo einfach, von ſo ſicherer Wirkung, geringen Koſten, und leichtem Gebrauche, daß ſie doch nicht verdiente, in Vergeſſenheit zu kommen.

Wenn man eine hohle Glocke, Tonne, Trichter, oder was für ein hohles Gefäß man will, mit der Oeffnung ins Waſſer ſteckt, ſo wird die Luft darin eingeſperrt und, indem man es, wie die Täucherglocke, niederſenkt, zuſammengedruckt nach Verhältniß der Höhe des Waſſers über dem Gefäße. Macht man oben in dieſem Gefäße eine Oeffnung, ſo fährt die eingeſchloſſene Luft da heraus mit einer Stärke und Geſchwindigkeit, welche der Höhe des Waſſers gemäß iſt, und das Gefäß wird mit Waſſer erfüllt. Verſchließt man dieſe Oeffnung wieder, und zieht das Gefäß nun aus dem Waſſer heraus, ſo erhebt ſich, wegen des Drucks der Atmoſphäre auf das umliegende Waſſer, alles Waſſer mit, das in das Gefäß getreten war, und

x) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXXII. S. 3. d. deutſ. Ueberſ.

und wiegt mit dem Gefäße. Macht man nun die Oeffnung wieder auf, so fällt dieses Wasser nieder, und die Luft dringt mit einer Geschwindigkeit hinunter, welche der Wassersäule gemäß ist. Hat das Gefäß zwey Oeffnungen, die mit Ventilen versehen sind, von welchen das eine sich einwärts, das andere sich auswärts öffnet, so werden diese Ventile, nachdem man das Gefäß über die Wasserfläche erhebt oder niedersenkt, abwechselnd sich öffnen und schließen, und so wird in dem Gefäße ein Luftwechsel entstehen, den man durch Anbringung dienlicher Röhren leiten kann wohin man will, wie ein darnach eingerichtetes Modell am besten zeigt.

Ein cylindrisches Wassergefäß steht auf einem Fuße, von dem zwey Säulen aufwärts stehen, und ein Querbret tragen. Durch dieses Querbret geht eine Luftröhre nieder, die sich oben in eine Querröhre öffnet, worin zwey Ventile sind; beyde öffnen sich nach einer Seite.

Der Hals der Glocke selbst paßt genau um die niederwärts gehende Röhre; er ist mit Wolle, Tuch, Frieß oder Leder gefüttert, und kann also leicht an ihr auf und nieder geschoben werden, ohne daß allzuviel Luft zwischen durch geht. An der Querröhre Enden befestigt man lange Luftröhren, die nach Ventura's Art gemacht sind, und leitet solche wohin man will.

Füllt man nun das cylindrische Gefäß mit Wasser, und schiebt die Glocke vermittelst eines Griffs darin auf und nieder: so dringt die Luft beym Erheben durch das eine Ventil hinein, und wird beym Niedersenken durch das andere Ventil hinausgetrieben. Solchergestalt wird allemal so viel Luft gewechselt als die Glocke enthält. Diese Vorrichtung kann im Klei-

nen an jedes Gefäß, das man bey der Hand hat, angebracht werden. Im Großen läßt ſie ſich auf Schiffen mit noch weniger Umſtänden auf folgende Art bewerkſtelligen.

Die Glocke wird in Geſtalt eines großen Sacks von dichtem Seegeltuche gemacht; wenn dieſes naß wird, ſo hält es Luft genug zu gegenwärtiger Abſicht. Der Sack, welcher an einem Ende offen iſt, wird wie ein Fiſchbeinrock über einige Reifen geſpannt, die ihn hindern, von dem geringen Drucke der Luft, welcher den leichten und großen Ventilen gemäß iſt, zuſammen zu fallen; am untern Ende beſchwert man ihn mit Bley, daß er ſchnell genug im Waſſer ſinkt. Oben wird er doppelt gemacht und mit eingenähten Schnüren verſtärkt. Mitten an ihm wird eine Hülſe von Kupfer befeſtigt, die man mit Boy, Frieß, Hutfilz u. dergl. füttert, damit ſie an der Luftröhre leicht auf und nieder geht. Das übrige iſt einerley mit dem Modelle, welches der königlichen Akademie übergeben ward, wenn man nicht um leichterer Bewerkſtelligung willen die niedergehende Röhre von Leder, wie einen Puderquaſt, mit eingeſetzten Ringen machen will. Zum Geſtelle der ganzen Maſchine wird ein Stock oder Balken vom Schiffe herausgelegt, darin die Querröhre mit den Ventilen befeſtigt wird. Dieſer Balken hat zwey Rollen, über welche Seile ins Schiff hinein geleitet werden. Ein einziger Mann zieht dieſe Seile, wenn der Sack über Bord ins Seewaſſer hinabhängt, und die Leitröhren werden, wohin man will, geführt, können auch leicht an beſtändige innerhalb des Schiffs befeſtigte Röhren angebracht werden.

Die Vortheile dieſer Maſchine ſind nach Wilke folgende: 1. kann jeder Seemann, der ſie nur kennt, ſie leicht verfertigen, einrichten und brauchen, 2. koſtet

stet sie in Vergleichung mit allen übrigen sehr wenig, 3. kann sie größer gemacht werden, und folglich schneller wirken, als irgend eine andere, 4. nimmt sie sowohl beym Gebrauche, als außer demselben keinen Raum im Schiffe ein, 5. erfordert sie wenig Kraft, ein Mann kann sie regieren, 6. giebt sie zwischen den Wendekreisen, wo eine heiße stillstehende Luft die Seefahrenden ängstet, die beste kühlende erfrischende Luft, die man daselbst nur haben kann, u. s. w. Sollte sie, wenn die See zu stark geht, unbrauchbar seyn, so hat sie das mit allen übrigen gemein. Aber da wir jetzt wüßten, daß Schiffe ohne alle Reinigung der Luft lange Reisen thun, so scheine es, sie werde nicht öfter nöthig seyn, als wenn man ihre Vorrichtung bewerkstelligen könne.

Viertes Kapitel.

Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Feuer.

Wesen des Feuers.

Der P. Castel hatte mit Andern behauptet, daß das Feuer eine ponderable Materie von eigener Natur sey, und daher eine Schwere besitze. Unter andern glaubte er dieß aus der Erfahrung schließen zu dürfen, daß das Feuer brennender Kohlen oben verlösche, und sich mehr hinunterwärts ziehe, da es im Gegentheil nie von unten herauf in die Höhe komme. Ja er war sogar der Meynung, daß das Feuer die schwerste Materie unter allen Substanzen einer Sphä-

re

re ſey. Ein ungenannter engliſcher Gelehrter y) ſucht dieſe Meynung, daß das Feuer ſchwer ſey, zu widerlegen; er ſagt, ſie ſey nicht allein aller Erfahrung entgegen, ſondern ſie beleidige auch die Vernunft. Nach ihm iſt das Feuer bloß ein Zuſtand entzündeter Körper; wie könnte man aber einem Zuſtande eine Schwere beylegen? Die Erfahrung des P. Caſtel, daß ſich das Feuer herabwärts ziehe, laſſe keinesweges die Folge zu, welche er daraus zieht; man könne daraus nichts weiter ſchließen, als: das Feuer gehe auch nach unten hin aus Urſachen, welche uns noch unbekannt wären. Sobald glühende Kohlen angeblaſen würden, ſchlüge die Flamme, oder ihr Feuer, allemal aufwärts; würden ſie aber nicht angefacht, ſo bliebe das Feuer mit der Subſtanz der Kohle verbunden, und bilde keine Flamme mehr; dieſe ſey flüchtig, jenes Feuer hingegen nicht, welches vielmehr dem Körper adhärent ſey, wie es der Zuſtand deſſelben erfordere. Das Feuer ſey bloß das Princip der Flamme, und die Flamme eine Produktion dieſes Princips von derſelben Natur. Man habe daher Grund genug zu glauben, daß beyde, das Feuer und die Wärme, aufwärts ſtiegen, und zwar ſo lange, als es ihnen möglich wäre.

Außerdem führt er noch folgende Beobachtung an, durch welche er die Meynung, daß das Feuer ſchwer ſey, zu widerlegen glaubt: er nahm ein glimmendes Stück Holz, brachte die Hand in einer Entfernung von drey Zoll ſenkrecht unter ſelbiges, und bemerkte den Wärmegrad; nachher hielt er auch die Hand

y) Lettres critiques écrites d'Angleterre au *R. P. Caſtel*, ſur trois articles importans et ſurprenans de ſon nouveau ſyſteme de la peſenteur univerſelle, par le Chevalier *** im Journal de ſavans. T. LXXVIII. Juillet.

Hand senkrecht über selbiges in der nämlichen Entfernung, und fand wenigstens, daß die Wärme unterwärts nicht größer als oberwärts war, vielmehr glaubte er sie oberwärts größer gefunden zu haben. Wenn also die Wärme nach unten und oben sich auf eine gleichförmige Art verbreite, wie könnte, fragt er, das Feuer sinken? Denn wenn es herabfiele, so müßte nothwendig folgen, daß man nach unten eine größere Wärme empfinden müßte, als nach oben. Er schließt vielmehr, daß sich das Feuer nach allen Seiten mit gleicher Stärke verbreite.

Nieuwentyt z) führt mehrere Ursachen an, welche es glaublich machen sollen, daß das Feuer eine Materie von eigener Beschaffenheit sey, ob es gleich nicht immer brenne.

Die erste Ursache leitet er vom Brennen des Holzes und des Torfes her. Es befänden sich nämlich die Feuertheilchen im Holze und im Torfe, welche beym Verbrennen desselben entwichen, und der Rückstand, oder die Asche, wäre bloß eine der Feuertheilchen beraubte Substanz, welcher also nie brennen könnte.

Die andere Ursache setzt er in die schnelle Bewegung der Körper an einander, wodurch Hitze und endlich Feuer erzeugt wird. Wenn nun, sagt er, hiebey keine besondere Materie im Spiele wäre, so ließe es sich nicht einsehen, warum das Wasser, dessen Theile an einander aufs heftigste bewegt würden, nicht erhitzt, sondern vielmehr erkältet werde. Indessen sey die

z) Observations curieuses sur toutes les parties de la physique, extraites des meilleurs auteurs. T. III. à Paris 1730. 12.

die Luft zur Unterhaltung des Feuers ſo nothwendig, daß es ohne ſie gar nicht ſtatt haben könne. Seiner Meynung nach dienen aber nicht alle Theile der Luft, ſondern nur einige hiezu. Da das Feuer durch einige Körper mehr als durch andere unterhalten werde, ſo ſey es ſehr wahrſcheinlich, daß es eine Materie von eigener Art ſey. Nieuwentyt ſucht dieß durch eine Erfahrung zu beweiſen, welche er mit einem Lichte gemacht hat; er brachte nämlich ſelbiges in eine Bouteille, und bließ Luft mit dem Munde hinein. Er bemerkte, daß es etwa 10 Minuten fortbraunte, wenn die eingeblaſene Luft einige Zeit in der Lunge geweſen war; dagegen braunte es viel länger, wenn die eingeblaſene Luft nicht aus der Lunge kam, ſondern bloß aus der atmoſphäriſchen Luft vom Munde eingeſogen war. Nieuwentyt ſchließt hieraus, daß die Luft in der Lunge die Eigenſchaft zur Unterhaltung der Flamme verliert; daß eine und dieſelbe Luftart zur Reſpiration und zur Flamme nothwendig ſey, und daß bloß gewiſſe Theile derſelben zur Unterhaltung des Feuers dienlich ſeyen.

Die dritte Urſache ſucht er in den Wirkungen des Feuers auf die Körper, welche den Wirkungen des Waſſers und der Luft ähnlich zu ſeyn ſcheinen. So wirke das Feuer auf die Körper eben ſo, wie das Waſſer auf das Salz, und das Scheidewaſſer auf Eiſen. Man könne es daher als ein Auflöſungsmittel der Körper anſehen.

Der Abt Nollet [a]) bemerkt, daß es noch unbekannt ſey, ob das Feuer eine einfache und unveränderliche Materie ſey, oder ob ſein Weſen in einer bloßen

a) Leçons de phyſique experim. T. IV. ed. 12. lec. XII.

sen Bewegung, oder in der Gährung der brennbaren Theile bestehe. Er ist überzeugt, daß es eine Materie, ein Princip des Feuers, gebe, welches eine und die nämliche Materie ist, welche brennt und erleuchtet; mit einem Worte er hält das Feuer und das Licht für eine und dieselbe Substanz, die bloß auf verschiedene Art modificirt sey.

Wenn man die Natur des Feuers näher untersuche, so finde man, daß es nicht in einer innern Bewegung der erhitzten Theile bestehen könne; denn alle Bewegung lasse nach, indem sie sich in einen größern Theil der Materie verbreite, das Feuer aber theile sich mit Zuwachs mit. Es müsse also eine von den brennbaren Theilen ganz unabhängige Ursache geben, welche die anfängliche Flamme vermehre, oder eine andere Ursache, welche durch ihre eigene Wirkung freyer und thätiger werde.

Das Feuer sey in Rücksicht der innern Beschaffenheit eine wahre Materie, weil es alle wesentliche Eigenschaften derselben besitze, die Dichtigkeit und Ausdehnbarkeit; es sey beweglich und wahrscheinlich auch schwer wie alle andere Körper; seine Natur sey beständig und unveränderlich. Das Elementarfeuer müßte als ein solches flüssiges Wesen betrachtet werden, welches nie aufhöre zu seyn, und den Grund aller Flüssigkeit in sich enthalte.

Von allen flüssigen Körpern, die wir kennten, gebe es keinen einzigen, dessen Theile so fein und zart wären, als die des Feuers. Die größten Massen, die dichtesten und festesten Körper erwärme es, und durchdringe sie nach und nach; es müßten daher die Feuertheilchen äußerst fest seyn, weil ihnen nichts widerstehe.

Das

Das bewundernswürdigſte dieſes Elements, welches alles körperliche zertheile und zernichte, ſey dieß, daß es allenthalben anzutreffen ſey, und ſich thätig erweiſe; nichts beweiſe ſeine allgemeine Gegenwart beſſer, als die Erſcheinungen der Elektricität. Man könne ſagen, daß die elektriſche Materie und die Materie des Feuers weſentlich mit einander zuſammenſtimmten.

Eine Menge anderer Phyſiker war noch mit Carteſius der Meynung, daß das Feuer in der heftigſten Bewegung der Wirbel des erſten Elements beſtehe, welche den Oeltheilchen, die in den verbrennlichen Körpern enthalten ſind, eine ſtarke Erſchütterung mittheilen. Dieſe erſchütterten Oeltheilchen verjagen die körperlichen Theile durchs Feuer in derſelben Zeit, da ſie in den Wirbeln des zweyten Elements Schwingungen hervorbringen, und daher entſtehen Hitze und Licht, welche die vornehmſten Eigenſchaften ſind, woran man das Feuer erkennt.

Inzwiſchen hatte Stahls Lehre vom Phlogiſton unter den Chemikern großen Beyfall gefunden. Ihre Begriffe vom Phlogiſton waren aber ungemein verſchieden. Boerhaave unterſchied das Feuer, als eine Materie von eigener Art, von dem Phlogiſton. Macquer [b]) ſieht mit vielen andern Chemikern die Lichtmaterie als das reine elementariſche Feuer an. Sobald aber dieſe ein Beſtandtheil der Körper ſelbſt geworden iſt, bekommt ſie bey ihm den Namen des Brennbaren oder des fixen Feuers, und die Wärme beſteht in einer heftigen durch Erſchütterung erzeugten Bewegung aller gleichartigen und ungleichartigen, beſonders aber der brennbaren Theile, die einen Körper ausmachen. Nach ſeiner Meynung iſt das Feuer eine ſehr

b) Chemiſches Wörterbuch. Art. Feuer.

sehr zarte Materie, von unendlich feinen und kleinen Theilchen, die gar keinen Zusammenhang unter einander haben, und durch eine immerwährende reissende Bewegung getrieben werden. Daher ist es stets flüssig, ja sogar die einzige Ursache aller Flüssigkeit auch in andern Körpern. Hierauf untersucht er, ob Wärme und Licht von einer einzigen oder von verschiedenen Substanzen herrühren. Daß das Licht eine eigene Substanz sey, hält er für entschieden, da man dessen Bewegung und Geschwindigkeit kenne, auch seine Richtung zu ändern, es zu sammlen, zu zerstreuen, in die Zusammensetzung der Körper zu bringen und daraus wieder zu scheiden vermögend sey. Die Wärme hingegen scheint ihm ein bloßer Zustand zu seyn, dessen jede materielle Substanz fähig ist, ohne daß sie dadurch aufhört, das zu seyn, was sie ist; daher er sie endlich für eine innere Bewegung der Theile der Körper erklärt. Da nun das Licht, wie die Brennglaser erweisen, Wärme erregt, auch in den meisten Fällen die Wärme, wofern sie nur stark genug ist, Licht hervorbringt, so trägt er kein Bedenken, beyde Wirkungen einer und derselben Substanz zuzuschreiben. Die verbrennlichen Körper besitzen die Eigenschaft, wenn sie durch die Wärme bis zum Glühen gebracht sind, alle Erscheinungen und Wirkungen des Feuers selbst hervorzubringen, so lange, bis alles Licht, welches in ihrer Mischung war, daraus gänzlich entbunden ist. Daher giebt es drey Arten, das Feuer hervorzubringen, deren man sich in der Chemie und den Künsten bedienen kann, nämlich der Stoß des Lichts. das Reiben, Schlagen und Stoßen, und die Verbrennung entzündlicher Materien. Das Licht wirkt auf die Körper, als Feuerwesen, bloß alsdann, wenn es in ihnen Wärme hervorbringen kann; und alle Wirkungen, die es in

dieſer Abſicht thut, laſſen ſich auf eine einzige, auf Ausdehnung, zurückbringen. Das von den Körpern zurückgeworfene Licht macht ſie ſichtbar, und wirkt als Licht; das in ſie eindringende erwärmt, und wirkt als Feuer, obgleich beydes eine und eben dieſelbe Materie iſt.

Indeſſen hat man ſchon längſt behauptet, daß die Verkalkung eine Beraubung des Phlogiſtons ſey. Da nun die Metallkalke einen beträchtlichen Zuwachs am Gewichte erhalten, die Calcination des Kalkſteins aber demſelben eine große Verminderung am Gewichte ertheilt, ſo ſchien es Einigen widerſprechend, daß beym Verluſte des Phlogiſtons dem Kalke mehr Feuertheile beytreten ſollten, und die Sache blieb bey einer Menge darüber aufgeſtellter Hypotheſen immer ein unerforſchliches Räthſel [c]). Johann Friedrich Meyer [d]) glaubte dieß durch ſeine angenommene fette Säure aufzulöſen. Er unterſcheidet nämlich die erſte reinſte Materie des Feuers, die fette Säure, und das Phlogiſton von einander. Die reinſte elementariſche Feuermaterie iſt nach ihm das Licht. Aus ihr und einem übrigens noch unbekannten ſauren Salzweſen läßt er die fette Säure entſtehen, welche bey jeder Verbrennung und Verkalkung in Bewegung geſetzt werden, und die Materie des gemeinen Küchenfeuers ausmachen ſoll. Das Phlogiſton beſteht nach ſeiner Meynung aus dem Lichte, der fetten Säure, Erde

c) Diſſ. ſur la cauſe de l'augmentation de poids, qui certaines matières acquièrent dans leurs calcination par le *P. Béraud.* à la Haye 1748. 8. *Vogel* progr. quo experimenta chemicorum de incremento ponderis corp. calcinat. examinat. Gotting. 1753. 4.

d) Chymiſche Verſuche zur nähern Erkenntniß des ungelöſchten Kalks. Hannov. und Leipz. 1764. 8.

de und Wasser, und wird von ihm nicht als ein besonderes Princip, sondern vielmehr als eine Zusammensetzungsart angesehen, welche in jedem Körper, der brennen soll, vorhanden seyn muß.

Pott e) setzt die Natur des Feuers in die genaue Vermischung und Bewegung des Lichtwesens mit einer zarten brennlichen Erde, die er auch das Feuerwesen des Phlogistons, oder gemeines reines Feuer nennt.

Die ältern Physiker haben fast durchgängig das Feuer mit der Flamme selbst verwechselt, und für eine einfache elementarische Substanz gehalten. Newton aber nahm die Flamme für einen entzündeten und glühenden Dampf an, oder für eine Sammlung der aus den brennenden Körpern aufsteigenden Dämpfe, welche durch die Hitze entzündet werden. Eben dieser Meynung sind auch viele Andere, welche das Feuer als eine besondere Materie ansahen, als Boerhaave, Musschenbroek, Macquer und Nollet. Letzterer erklärt selbst hieraus die kegelförmige Gestalt der Flamme. Ohne äußere Gegenwirkung nämlich würden sich die Dämpfe, mithin auch die glühenden, kugelförmig verbreiten. Sie sind aber mit Luft umgeben, in welcher sie nach hydrostatischen Gesetzen geradlinicht in die Höhe steigen, und da sie in einem beständigen Strome fortgehen, so muß sich hierdurch die sphärische Gestalt in eine cylindrische verwandeln. Nun gehen die Dämpfe viel weiter hinaus, als wir die Flamme sehen; sie glühen nur nicht mehr, weil die umgebende Luft sie zu sehr erkältet. Diese Erkältung

e) Vom Licht und Feuer, in dessen Lithogeognosie. Th. I. S. 66. 70.

tung fängt an den äußern Theilen an, indem der Kern oder die Axe der Flamme die Glühehitze am längsten behält; daher müssen die äußern Theile der Flamme nach oben zu immer mehr verlöschen, und die kreisförmige Gränze derselben muß sich immer weiter gegen die Axe zusammenziehen, woraus natürlich die kegelförmige Gestalt entsteht.

Stahl [f]) hat zuerst bemerkt und erwiesen, daß die Flamme wässerige Theile enthalte, und behauptet, daß Körper, die kein Wasser in sich haben, auch keine Flamme geben, wenn sie nicht Feuchtigkeit aus der Luft an sich ziehen können, oder mit Wasser, das aber in sehr feine Theile oder Dämpfe zertrennt seyn müßte, versehen werden. So geben nach ihm die Kohlen und der Zink eine Flamme, indem sie von aussen her Feuchtigkeit an sich ziehen. Eben dieß hat Pott durch neue Versuche zu bestätigen gesucht; daher ist er der Meynung, daß Wasser oder feuchte Luft, welches zu dem in Bewegung gesetzten Phlogiston hinzukommt, mit diesem die Flamme hervorbringt.

Auf das Jahr 1738 hatte die Akademie der Wissenschaften zu Paris die Preisfrage über die Natur und Fortpflanzung des Feuers aufgegeben. Der Preis wurde unter Euler, Lozeran de Fiesc und de Crequy vertheilt. Euler [g]) nennt die Flamme einen mit der subtilen Feuermaterie erfüllten Raum, und da nach seiner Hypothese diese Materie durch die Explosion, in welcher das Feuer besteht, mit Gewalt zerstreut werden würde, so soll der Aether wiederum die-

f) Experimenta, observat. et animadv. CCC. Berol. 1731. 8 § 81.

g) Diss. de igne §. 24. im Recueil des pièces, qui ont remportés le prix de l'Acad. roy. an. 1738.

diejenige Substanz seyn, die durch ihre Elasticität diese Materie in Gestalt der Flamme zusammenhält, und durch deren beständige Erschütterung das Licht entsteht. Nach Lozeran de Fiesc [h]) ist Flamme, Feuer und Rauch alles einerley; sie bestehen aus flüchtigen Salzen, Schwefel, Luft, Aether, und sind insgemein mit sehr fein zertrennten und im Wirbel bewegten wässerigten, erdigten und metallischen Theilen vermischt. Im Rauche ist nur die Bewegung nicht so schnell, als in der Flamme oder dem Feuer. De Crequy [i]) erklärt Flamme und Feuer für die Auflösung der Körper durch den doppelten Strom einer unsichtbaren Materie, die ihre Bewegung den Körpern mittheilt, so oft sich ihre beyden Ströme nicht diametral durchdringen können.

Beobachtungen bey der Erzeugung des Feuers und der Verbrennung der Körper.

Es war längst bekannt, daß bey der Erzeugung des Feuers und bey der Verbrennung der verbrennlichen Körper als nothwendige Bedingung vorausgesetzt werden müsse, daß hiebey ein freyer Zutritt der atmosphärischen Luft erfordert werde. Allein es war noch gänzlich unbekannt, wie sie hiebey wirke. Man sahe sie bloß als ein Mittel an, das die wässerigten Theile der Flamme auflöse und fortführe, oder durch seinen mechanischen Druck die Theile der Flamme selbst zusammenhalte, ob man gleich deutlich wahrgenommen hatte, daß das Volumen der Luft, worin die Körper verbrennen, eine Verminderung erleidet.

Die

h) Discours sur la propagation du feu, ebendas.

i) Explication de la nature du feu. ebendas.

Die bekannte Erſcheinung, mittelſt des Stahls und Steins Feuer zu erhalten, hatte bereits der Freyherr von Wolf ziemlich glücklich unterſucht (Th. III. S. 274). Allein es blieben hiebey doch noch Umſtände zurück, welche damals ganz unerklärbar waren. Der berühmte Chemiker, Kemp de Kerkwyk, richtete daher von neuem ſeine Aufmerkſamkeit auf dieſe Erſcheinung, und legte den Phyſikern und Chemikern folgendes Problem zur Auflöſung vor:

Wenn man den Stahl gegen einen Feuerſtein ſchlägt, die daraus entſtehenden Funken auf einem weißen Papier auffängt, und ſie nachher durch ein Mikroſkop betrachtet, ſo wird man finden, daß ein großer Theil vom Stahl geſchmolzen oder verglaſet iſt, ſo daß ihn der Magnet nicht mehr anzieht. Er verlange daher, zu beſtimmen:

1. Welcher von beyden Körpern, der Stahl oder der Stein, dieſe Wirkung hervorbringe?
2. Was für eine Subſtanz vorzüglich mit im Spiele ſey?
3. Wie ſie wirke oder wirken müſſe, um dieſe Erſcheinung hervorzubringen?
4. Warum bey der Anwendung des Eiſens ſtatt des Stahls ſich ſehr wenige, oder beynahe gar keine Funken zeigen?

Der Herr von Reaumur k) führt an, daß Muſſchenbroek dieſes Problem an du Fay geſandt habe, um es ihm aufgelößt zu übergeben, wobey er zugleich bemerkt habe, daß er es ſchon ſeit läng-

k) Sur les etincelles produites par le choc de l'acier contre un caillou, in den Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris an. 1736.

länger als einem Jahre der Societät zu London mitgetheilt hätte. Da aber noch kein einziger von allen den geschickten Männern, welchen man es vorgelegt habe, dasselbe aufgelöst hätten, so habe man wohl Grund zu glauben, daß diese vorgelegten Fragen sehr schwer wären. Von Reaumur entschloß sich zwar, Erörterungen dieser Fragen beyzubringen; allein er getraue sich doch nicht, bemerkt er, dieß Problem mit derjenigen Bestimmtheit aufzulösen, als es vielleicht die Herren Musschenbroek und Kemp verlangten.

Hier sey der Ort nicht, sagt von Reaumur, zu erklären, wie der Schlag eines Stahlstücks von einer schicklichen Form wider einen Stein Feuer hervorbringe, wie sich so schnell die Feuermaterie entzünde, die in dem einen oder dem andern dieser Körper, oder in beyden, sich befinde. Dieß zu unternehmen, würde zu weit führen, indem man nothwendig zuerst die Natur des Feuers untersuchen müßte, und wie sich Körper gegen einander gerieben erwärmen und einige zuletzt hievon in wirkliche Flamme ausbrechen könnten. Man müsse daher voraussetzen, ohne das Wie zu untersuchen, daß der Schlag des Stahls gegen den Stein Feuer erzeuge, und daß sich sehr kleine Stahlstückchen losreißen, welche die Funken geben. Nach dem Herrn von Reaumur beruht das Wesentliche des von Herrn Kemp vorgelegten Problems bloß auf folgende Untersuchung: wie das Eisen, welches sonst zum Schmelzen ein ungemein starkes Feuer erfordere, beym Schlagen an einem Steine nicht allein im Augenblicke geschmolzen, sondern sogar verkalkt werde? Um nun hievon die Erklärung zu geben, kommt es nach Reaumur auf die Erörterung folgender Fragen an: 1. warum in dem

erwähnten Falle das Eiſen ſogleich in Schlacke verwandelt werde, 2. wie es in dieſe verwandelt werden könne, 3. wie es ſich nicht allein in Schlacke umändere, ſondern wie es auch geſchmolzen werde, und 4. warum das Schlagen des Stahls gegen den Stein mehr Funken gebe, als das des Eiſens gegen denſelben.

Wir wüßten, daß das Eiſen eine große Menge Feuermaterie enthalte, und daß es bloß deßwegen ſtreckbar wäre, weil es eine hinreichende Menge von dieſer Materie eingeſogen habe; ſobald es derſelben beraubt werde, werde es zerbrechlich, zerreiblich, und verwandle ſich in eine Art von glasförmiger Subſtanz. In Rückſicht des vorgelegten Problems ſey es merkwürdig, daß dieſe Feuermaterie vom Eiſen ſehr leicht entweiche, wenn es im offenen Feuer erhitzt werde, zu welchem ein freyer Zugang der Luft allenthalben ſtatt findet. In einem ähnlichen Feuer könne man einen Eiſenſtab nicht ſo weit erhitzen, als zum Zuſammenſchmieden nöthig wäre, ohne die äußere Rinde des Eiſenſtabes in eine zerbrechliche Materie, in Schlacke, zu verwandeln. Vermittelſt der Schläge auf dem Amboſſe ſprängen ſehr zerbrechliche ſchuppige Theilchen vom Eiſen nach allen Seiten hin, wo es geſchmiedet werde. Die Schmiedemeiſter nennten dieſe ſchuppige Theilchen ganz eigentlich verbranntes Eiſen (fer brulé). Eine genaue Vorſtellung dieſer Erſcheinung gebe ein großes Stück Holz, das man aufs Feuer gelegt habe. Die erſtere Oberfläche deſſelben verwandle ſich in Aſche, die andere in Kohle, indem der innere Theil immer noch Holz bliebe; dieß nämliche wiederfahre auch dem Eiſen.

Hieraus folge, daß ein ſehr dünnes Stückchen Eiſen ſehr leicht verbrannt und in Schlacke verwandelt

delt werden könne. Ein Eisenblech, welches eine Dicke von zwey Eisenkrusten, die sich vom erhitzten Eisen in Gestalt von schuppigen Theilen losrissen, besäße, würde sich eben so bey der nämlichen Hitze durchaus in Schlacke umändern. Wenn daher das Stück Eisen so klein wäre, daß es kaum sichtbar ist, so würde bloß ein Augenblick Zeit erforderlich seyn, um es in Schlacke zu verwandeln. Daß man nur einen Augenblick Zeit nöthig habe, um ein Eisen- oder Stahlkörnchen in Schlacke zu verwandeln, lasse sich unter andern Erfahrungen durch folgende erweisen. Wenn man mittelst einer naß gemachten Spitze einer Nadel ein äußerst feines Stahlfeilenstäubchen aufhebt, und solches in die Flamme einer Wachskerze bringt, so wird in sehr kurzer Zeit derjenige Theil der Nadel, welcher außerhalb der Flamme sich befindet, die Farbe bis zum roth werden annehmen, und sobald diese Farbe an der Spitze der Nadel sich zeigt, wird auch das Stahlstäubchen roth oder weiß glühen. Zieht man alsdann die Nadel aus der Flamme zurück, so wird das Stahlstäubchen viel größer erscheinen, gerade so wie Eisenschlacke, und sich wie diese sehr leicht zu Pulver zerreiben lassen.

Es ist daher gewiß, sagt Reaumur, daß ein einziger Augenblick hinreichend ist, die Feuermaterie eines sehr feinen Eisentheilchens anzufachen. Sobald also durch den Schlag des Stahls gegen den Stein äußerst feine Stahltheilchen losgerissen werden, so verwandeln sich diese während der Zeit des Schlags in Schlacken. Wenn der Stoß eines Stück Holzes gegen einen Stein Holzfasern trennte und in Flamme brächte, so würden auch diese sogleich in Asche verwandelt werden.

Warum aber der Schlag des Stahls gegen den Stein weit mehr Funken, als der des Eiſens gegen denſelben Stein hervorbringt, erklärt de Reaumur aus der verſchiedenen Menge der brennbaren Materie, welche der Stahl und das Eiſen enthält; erſterer hat nämlich eine größere Menge, als dieſes, und ſie iſt auch darin viel gleichförmiger vertheilt, als im Eiſen. Auch erklärt er daraus, warum ungehärteter Stahl beym Schlage nicht ſo viel Funken giebt, als gehärteter.

Seine Erklärung iſt alſo kürzlich dieſe: das Eiſen und der Stahl ſind von einer brennbaren Materie durchdrungen, welcher ſie ihre Zähigkeit zu verdanken haben; ſobald ſie dieß Brennbare verlohren haben, werden ſie zerreiblich, und ſind in Schlacken verwandelt. Zur Entzündung dieſer brennbaren Materie in ſehr kleinen Eiſen- oder Stahltheilchen wird bloß ein Augenblick erfordert, oder eine geringere Zeit, als zur Entzündung eines Holzſägeſpans nöthig iſt. Wenn die brennbare Materie eines ſehr kleinen Stahlkörnchens geſchwind genug entzündet iſt, ſo iſt ſie zur Schmelzung deſſelben hinreichend. Auf ſolche Art werden die durch den Schlag loßgeriſſenen Stahltheilchen plötzlich entzündet. Der Stein ſelbſt hilft vielleicht durch die brennbare Materie, die er im Augenblicke des Schlags hergiebt, derjenigen zur ſchnellen Entzündung, welche dem Stahltheilchen eigen iſt. Das Stahlkörnchen formt ſich, nachdem es geſchmolzen iſt, in eine kugelförmige Geſtalt während des Schlags, welche ſchwammartig und zerbrechlich wird, weil ſeine brennbare Materie verbrannt iſt; der Augenblick, in welchem dieß erfolgt, iſt zur Verbrennung dieſes Stahltheilchens in freyer Luft zureichend. Endlich muß der viel härtere Stahl, welcher eine grö-

ßere

sere Menge brennbarer Materie eingesogen und viel gleichförmiger vertheilt hat, durch den Schlag gegen den Stein eine größere Menge Funken liefern, als das Eisen.

Was die merkwürdige Erscheinung, die Selbstentzündung verschiedener unter sich gemischter Materien, betrifft, so beklagte sich noch der Freyherr von Wolf, daß die Chemie bisher keine solche Fortschritte gemacht habe, um sie erklären zu können. Selbst in diesem Zeitraume hatte man außer einigen Erfahrungen diesen Gegenstand nicht sonderlich untersucht. Becher führte zuerst an, daß eine Mischung von Vitriolöl und Terpentinöl sich außerordentlich erhitze, und zuletzt in eine Flamme ausbreche. Diese Entdeckung schreibt sich von dem dänischen Gelehrten Borrichius her. Andere Chemiker hatten diese Erfahrungen zu wiederholen versucht, der Erfolg war ihnen aber nicht geglückt, bis endlich die Herren de Tournefort und Homberg glücklicher darin waren; der erstere entzündete die Mischung von Sassafrasöl und concentrirtem Salpetergeist, und der andere erhielt das nämliche durch die Mischung von Salpetergeist mit den wesentlichen Oelen aller würzhaften Pflanzen Indiens.

So merkwürdig aber auch alle diese Erfahrungen schienen, so thaten sie doch der vorgelegten Bedingung des Borrichius und Becher, Terpentinöl mit Hülfe der sauren Geister zu entzünden, kein völliges Genüge. Der erste, welcher durch seine sinnreichen und anhaltenden Untersuchungen dieß zu Stande brachte, war der jüngere Geoffroy [1]). Er bewirkte nicht

1) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1726.

nicht allein eine Entzündung durch Vermiſchung des Terpentinöls mit einer mineraliſchen Säure, ſondern er entdeckte auch, daß ſich eine Miſchung einer mineraliſchen Säure mit allen weſentlichen aromatiſchen Pflanzenölen von ſelbſt entzünde. Die Säuren, welche Geoffroy hiebey anwendete, waren Vitriolöl und rauchender Salpetergeiſt, indem er ſie mit den Pflanzenölen zu gleichen Theilen vermiſchte. Die Miſchung mit Terpentinöl gab ſogleich und mit einer ſtarken Exploſion eine ſehr lebhafte Flamme, welche von einem wirbelnden Rauche begleitet war. Dieſe Erſcheinung dauerte ſo lange, bis die ganze Miſchung ſich verzehrt hatte; nur ein geringer Theil einer lockeren Kohle blieb im Gefäße zurück.

Ueberdem entdeckte Rouelle m), daß ſich auch die milden Oele durch Beymiſchung von rauchendem Salpetergeiſt entzünden laſſen.

In Anſehung der Bereitung des ſogenannten Hombergiſchen Luftzünders hat de Suvigny n) gezeigt, daß man ſtatt des Alauns auch andere vitrioliſche Salze, z. B. Glauberſalz und vitrioliſirten Weinſtein nehmen könne.

Die große Gewalt des Schießpulvers hatten ſchon Mehrere in der ſchnellen Entbindung einer großen Menge Luft aus dem Schießpulver geſetzt. Auch Daniel Bernoulli o) ſucht aus Verſuchen und aus ſeiner Hypotheſe über die Urſache der Elaſticität zu erweiſen, daß die im Pulver enthaltene Luft 10000 mal dichter und elaſtiſcher als die gewöhnliche ſey.

Man

m) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1747.
n) Mémoir. preſentés. T. III.
o) Hydrodynamica. ſect. X.

Man hat ihm aber eingewendet, das Pulver selbst sey nicht viel über 800 bis 1000 mal dichter, als die gewöhnliche Luft; mithin könne sein Satz nicht bestehen, wenn auch gleich das ganze Pulver nichts als verdichtete Luft wäre.

Die Chemiker betrachteten indeß die Erscheinungen des Schießpulvers von einer andern Seite, und hielten sie für eine Folge des gewöhnlichen Verpuffens, welches hier nur schneller als sonst, und augenblicklich durch die ganze Masse des Pulvers verbreitet werde. So erklärte Stahl die Verpuffung aus dem im Salpeter befindlichen Phlogiston. Macquer[p]) suchte Stahls Theorie mehr aus einander zu setzen, und nahm an, die Salpetersäure erzeuge mit dem Phlogiston einen sogenannten Salpeterschwefel, welcher so entzündlich sey, daß er keinen Augenblick, ohne zu glühen, bestehen könne. Das Wesentliche des Schießpulvers setzt er übrigens bloß in den Salpeter und die Kohlen, und glaubt, der Schwefel befördere bloß die Geschwindigkeit der Entzündung.

Sternschnuppen und Feuerkugeln.

Die Sternschnuppen zeigen sich am öftersten in heitern Abenden und in Nächten, welche auf schwüle Tage folgen, nach Musschenbroek vornämlich im August, wenn die größte Hitze vorüber ist; Kraft[q]) sahe aber auch zu Petersburg am 25. Nov. 1741 häufige Sternschnuppen bey strenger Kälte, wobey das Fahrenheitsche Thermometer auf Null stand. Musschenbroek[r]) hielt dieses Meteor für eine öligte Substanz,

p) Chymisches Wörterbuch. Art. Schießpulver.
q) Praelect. physic. Vol. III. p. 320.
r) Introduct. ad philos. natur. T. II. §. 2505.

ſtanz, welche durch die Wärme des Tages aufgelöſet in die Höhe ſteige, durch die Kühle des Abends aber verdichtet werde, und entzündet durch ihre Schwere herabfalle.

Beccaria *) war der erſte, welcher das Sternſchießen für eine bloß elektriſche Erſcheinung erklärte. Er führt hierüber eine artige Beobachtung an. Als er nämlich einſt eine Stunde nach Sonnenuntergang mit einem Freunde unter freyem Himmel ſaß, kam eine Sternſchnuppe gerade auf ſie beyde zu, und verſchwand nicht weit von ihnen ſo, daß auf ihren Geſichtern, Händen und Kleidern, ſo wie auf der Erde und allen nahen Gegenſtänden eine ſchwache Erleuchtung zurückblieb, ohne dabey das geringſte Geräuſch zu bemerken. Da ſie hierüber erſtaunt waren, kam ein Bedienter aus einem benachbarten Garten, und fragte, ob ſie nichts geſehen hätten? ihm ſey plötzlich ein Licht erſchienen, beſonders am Waſſer, womit er den Garten begoſſen habe. Dieſe Erſcheinung ſchien dem Beccaria offenbar elektriſch, und er führt überdem noch an, daß er oft auf ſeinen papiernen Drachen in der Luft eine Menge elektriſcher Materie hinfahren geſehen habe, welche mit dem Sternſchießen eine große Aehnlichkeit gehabt; überdem ſey bisweilen der Drache mit einer Art Glorie umgeben geweſen, von welcher ein Licht an dem Orte, welchen der Drache verlaſſen habe, zurückgeblieben ſey.

Die meiſten Naturforſcher dieſes Zeitraums hielten jedoch mit Muſſchenbroek dieſe Erſcheinung für öligte oder fette Dünſte, welche entweder wirklich in Brand kommen, oder leuchten.

Was

*) Lettere dell' elettriciſmo. 1758. 4.

Was die Feuerkugeln betrifft, so berichtet Thalmers t) im Jahr 1748, daß eine mitten im Ocean gegen ein Schiff heran kam. Sie schien an der Oberfläche des Meeres hinzustreichen, zersprang in einer Entfernung von 40 bis 50 Ellen vom Schiffe mit einem Getöse, das dem Knall von 100 Kanonen glich, erfüllte das ganze Schiff mit einem Schwefelgeruche, zerbrach einen Mast, spaltete den andern, warf fünf Menschen zu Boden, und beschädigte einen sechsten durch Verbrennungen an der Haut.

Am 9ten Februar 1750 gegen 11 Uhr Abends sahe man zu Breslau bey heiterm Himmel eine Feuerkugel u), welche sich gegen Südwest entzündet hatte, in weniger als einer Minute vorüber strich, und sich beständig der Erde bis zum Nordwest näherte. Die scheinbare Größe derselben vermehrte sich beträchtlich, zum Theil, weil sie vielleicht selbst einen wahren Zuwachs erhielt, zum Theil, weil sie sich der Erde näherte. Man bemerkte an ihr ganz deutlich zwey Bewegungen, eine fortschreitende und eine drehende; ihre Farbe war anfänglich bleich, veränderte sich aber nachher in ein röthliches Licht, und erleuchtete alle Gegenstände eben so, wie das Licht des Vollmondes. In einer etwa 40 Fuß weiten Entfernung von der Erde zertheilte sie sich in 4 leuchtende Stücke, welche endlich, wie es schien, in die Gewässer der Oder herabfielen. Gleich bey der Theilung der Kugel in 4 Stücke hörte man drey Knalle, gleich dem Donner einer Kanone.

Zu Paris verbreitete eine am 17 Julius 1771 um 10 Uhr 36 Minut. Abends erschienene Feuerkugel ein

t) Philosoph. Transact. N. 494. p. 366.

u) Histoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1751.

ein allgemeines Schrecken. Sie ließ sich gerade zu einer Zeit sehen, da der Duc de Chaulnes Versuche mit einem elektrischen Drachen anstellte, und ein großer Theil des Volks glaubte, dieß fürchterliche Phänomen sey durch diese Versuche herbeygezogen worden. Dieß bewog Herrn de la Lande, die Beobachtungen hierüber zu sammlen, und mit einigen Bemerkungen zu begleiten; auch hat le Roy x) von diesem Meteor eine eigene Abhandlung geliefert. Diese Kugel ward in einem großen Theile von Frankreich gesehen, und schien in Paris größer und heller als der Mond. Sie zersprang mit Krachen, und erschütterte dabey die Luft so, daß die Fenster und das Hausgeräthe zitterten, und einige glaubten, es sey ein Erdbeben dabey. Die Kugel war über England entstanden und auch um Oxford sichtbar gewesen; ohngefähr um Melün, südwestlich von Paris, zersprang sie. Als man sie wahrnahm, muß sie mehr als 41076 Toisen hoch über der Erde gewesen seyn, und bey ihrem Zerspringen über 20598 Toisen. Sie mag 6 bis 8 Stunden Weges (lieues) in einer Stunde durchlaufen, und mehr als 500 Toisen im Durchmesser gehalten haben. Der Himmel war bey der Erscheinung dieser Kugel vollkommen klar.

Alle diese Beobachtungen zeigen, daß sich einige Feuerkugeln um die Axe drehen. Gewöhnlich verschwinden sie in einigen Sekunden, man hat aber auch Beyspiele, daß sie mehrere Minuten lang sichtbar geblieben sind. Nach des D. Ulloa Erzählung sind sie bey der Stadt Santa Maria de la Parilla so häufig, daß viele in einer Nacht gesehen werden.

Uebers

x) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1771.

Ueberhaupt aber sind sie selten. Bisweilen verschwinden sie auch ohne Schall. Eine solche hat ein gewisser Candidat in Großzinder des Abends zwischen 9 und 10 Uhr im Jahr 1743 beobachtet y). Gegen Südost fiel ihm nämlich ein Phänomen in die Augen, welches er nach der scheinbaren Entfernung nur einige 30 Schritte von ihm schätzte. Die scheinbare Höhe desselben über der Erde ist ihm nicht größer als 10 bis 12 Fuß vorgekommen. Es schien ihm, als wenn er die niedrig stehende Sonne ansehe, deren Diameter 1 Fuß breit erscheint, und die umher mit hellen Strahlen spielt. Meistentheils eine Minute lang hat er Zeit gehabt, es so mit Bewunderung zu betrachten, darauf ist es mit einemmale verloschen und unsichtbar geworden, doch so, daß es schien, als ob es einen hellen und breiten Strahl nach seinem Auge schoß und in demselben zurückließ, worüber er sich sehr entsetzt hat. Ehe es vergieng hat er keine solche Bewegung daran bemerkt, wie an den Sternschnuppen, vielmehr hat es entweder unbeweglich gestanden, oder doch keine merkliche Bewegung gehabt. Als es zerfuhr, ist solches auch ohne Geräusch erfolgt.

Ueber die Ursache und Entstehungsart der Feuerkugeln sind die Naturforscher einstimmig der Meynung, daß sie schwer zu erklären sind. Musschenbroek z) schließt aus dem Schwefelgeruche der Feuerkugeln, daß sie aus schwefelichten und andern entzündlichen Ausflüssen bestehen, welche entweder aus den Vulkanen, oder bey Erdbeben aus den unterirdischen Hölen in die

y) Hanows Seltenheiten der Natur, herausg. von Titius. B. II. Leipz. 1753. S. 843. f.
z) Introductio ad philos. natur. T. II. §. 2541.

die Luft aufgeſtiegen, und vom Winde zuſammengetrieben worden ſind, eine Wolke bilden, und durch Zuſammenkommen mit andern Dünſten oder irgend eine andere Urſache entzündet werden. Ueberhaupt hat man die Feuerkugeln auf dieſelbe Art wie die Sternſchnuppen und ſogenannten fliegenden Drachen entſtehen laſſen, und jene von dieſen nur in Anſehung der Größe unterſchieden. Eben dieſer Meynung war auch Beccaria. Da nun dieſer die Sternſchnuppen als ein elektriſches Phänomen betrachtete, ſo war er auch geneigt, die Feuerkugeln für eine elektriſche Erſcheinung zu halten. Auch Hartmann [a]) hat ſie dafür erklären wollen, und ſeit dieſer Zeit hat man in den meiſten Lehrbüchern der Naturlehre die Feuerkugeln entweder geradehin für elektriſche Erſcheinungen ausgegeben, oder doch wenigſtens bemerkt, daß ſich bey ihrer Entſtehung Elektricität mit einmiſche.

Bergmann [b]) nimmt verſchiedene Gattungen von Feuerkugeln an. Was die niedrigſten betrifft, ſo folgt er Muſſchenbroeks Meynung; nur meint er, es ſey ſchwer zu begreifen, wie eine ſolche gewiß ſehr lockere Kugel ihre erſtaunliche Geſchwindigkeit behalten könne, da die viel dichtere Kanonenkugel wegen des Widerſtandes der Luft nicht 2 Meilen zu gehen vermöge. Eine andere Gattung von Feuerkugeln, die zuweilen bey Donnerwettern entſtehen, und an der Erdfläche hingehen, wie die am engliſchen Schiffe im Jahr 1748, ſcheint ihm von anderer Beſchaffenheit und dem Blitze ähnlicher zu ſeyn. Die höchſten endlich ver-

a) Von der Verwandtſchaft der elektriſchen Kraft mit den erſchrecklichen Lufterſcheinungen. Hannover 1759. 8.

b) Phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel nach Röhls Ueberſetz. Greifsw. 1780. §. 131.

versucht er von der gröbern Materie des Zodiakallichts oder der Sonnenatmosphäre herzuleiten, deren feinerer Theil nach Mayrans Hypothese die Ursache der Nordlichter ist. Wenigstens, meint er, sey dieß nicht unglaublicher, als andere bisher angegebene Muthmaßungen. Er wünscht endlich, daß man einmal Gelegenheit finden möchte, die Substanz einer zerplatzten Feuerkugel an dem Orte, wo sie niedergefallen sey, zu untersuchen.

Die meisten Naturforscher erklären die Feuerkugeln, so wie die fliegenden Drachen und die Sternschnuppen, für Wirkungen fetter, ölichter, enzündlicher oder auch nur bloß leuchtender Dünste.

Fünftes Kapitel.

Entdeckungen und Beobachtungen in der Lehre vom Wasser.

Bemerkungen über die Natur des Wassers.

Die Versuche, aus welchen van Helmont, Boyle und andere geschlossen haben, das Wasser verwandle sich in Erde, sind in diesem Zeitraume vielfältig wiederholt, und mit neuen Bemerkungen begleitet worden. Was nämlich das Wachsthum der Pflanzen im Wasser betrifft, woraus man die Verwandlung des Wassers in Erde hat beweisen wollen, so sind dieselben Versuche des van Helmont und Boyle vom Herrn Triewald in Schwe-

den angeſtellt, und vom Herrn Miller c) in England wiederholt worden. Beyde berichten das ſchnellere Wachsthum über Waſſer, letzterer erklärt auch das langſamere von eingerührter Erde aus der dadurch erfolgten Verdickung des Waſſers, jedoch beſtimmen beyde nicht die Menge der dadurch gewonnenen feſten Theile.

Von neuem hat dieſe Verſuche mit Kürbiſſen und Hyacintenzwiebeln mit vieler Sorgfalt Herr Eller d) wiederholt, und ob er gleich nur in deſtillirtem Waſſer wachſen ließ, ſo erhielt er doch eben ſowohl vollkommene Pflanzen, welche bey der Zerlegung die gewöhnlichen Ausſchläge und eine ſehr merkliche Menge Erde gaben. Die aus einem Kürbiskerne gezogene Pflanze trug zwey Kürbiſſe, wog mit denſelben 23 Pfund $4\frac{1}{2}$ Unzen, und ließ beym Trocknen und Einäſchern 5 Unzen 2 Quent. und 12 Gran Aſche nach; die Erde, in welcher ſie gezogen war, hatte vorher trocken 15 Pfund und 10 Unzen gewogen und wog, nun abermals getrocknet, noch 15 Pfund $9\frac{1}{2}$ Unzen; die verlorne halbe Unze, meint Eller, ſey vom Winde weggeweht worden. Eine mit deſtillirtem Waſſer zum Wachſen und Blühen gebrachte Hyacinthenzwiebel gab mit Stamm und Blumen verbrannt ſechs bis ſieben Gran Erde mehr als eine andere, welche eben ſoviel gewogen hatte und in einer Schachtel aufbewahrt worden war.

Noch andere ſehr berühmte Naturforſcher haben ſich ebenfalls mit dieſem Gegenſtande beſchäfftigt, und die Verſuche ausgedehnt, abgeändert und vervielfältigt. Man kann hierüber die Verſuche der Herren Gle-

c) Philoſ. Tranſ. Vol. XXXVII. N. 418.
d) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Berlin. an. 1746. p. 45.

Gleditsch und Bonnet [e]) nachsehen. Auch du Hamel [f]) hat eine Reihe sehr wichtiger Versuche geliefert, welche die Erfahrungen der vorher angeführten Schriftsteller bestätigen.

Ferner hat Kraft [g]) Hafer und Hanf in getrocknetem Sande, Stücken zerrissenen Papiers, Stükken Tuch und Heckerling gesäet, die Saamen darnach mit reinem Wasser begessen, und bemerkt, daß sie eben so schnell keimten und beynahe eben so gut wuchsen, als die, welche ins freye Land gesäet waren. Da aber diese Versuche nicht mit ganz reinem Wasser angestellt sind, so kann man daraus nicht für oder wider die Möglichkeit der Verwandlung des Wassers in Erde schließen, und eben so verhält es sich auch mit den Versuchen des Herrn Carl Arlton [h]).

Hieraus schließen nun die Naturforscher, so wie auch der berühmte Wallerius [i]), daß das Wasser durch die Wirkung der Gewächse wirklich in Erde verwandelt werde.

Der andere Grund, welchen verschiedene Naturforscher für die Verwandlung des Wassers in Erde anführen, ist die Destillation des Wassers, wovon die ersten Versuche und die daraus gezogenen Folgen Borrichius und Boyle angeführt haben. Becher

e) Mémoir. presentés. T. I. à Paris. 1750. 4.

f) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1748.

g) Nov. comment. Petrop. Vol. II. p. 231.

h) Tirocinium botanicum Edinburgense. Edinb. 1753. 8.

i) Elements d'agriculture. Yverd. 1766. Aus d. Lat. übers. chemische Grundsätze des Feldbaues. Berlin 1764. 8. und Bern 1765. 8. Cap. VI.

cher und Stahl haben ſich mit keinen beſondern Verſuchen über die Beſchaffenheit des Waſſers beſchäfftigt; ja man kann ſogar ſagen, daß ſie ſich über die Natur deſſelben gewiſſer Maaßen von allgemein angenommenen Irrthümern haben leiten laſſen. Beyde waren der Meynung, daß das Waſſer durch wiederholte Deſtillation eine freſſende Eigenſchaft erhielte; wenigſtens findet ſich dieſe Meynung in Stahls erſtem Werke: fundamenta chemiae dogmaticae et experimentalis. P. I. Norimb. 1746. 4. welches er jedoch gewiſſer Maaßen in der Folge ſelbſt widerrufen hat.

Stahl meinte ferner, das Waſſer könnte durch Deſtilliren zu einer ſo hohen Stufe der Verfeinerung gebracht werden, daß es das Glas ſelbſt durchdringen könnte, und dieſe Meynung nahm er überdem von glaubwürdigen Schriftſtellern an, ohne einen zu nennen.

Alle die bisher angeführten Verſuche, welche die Verwandlung des Waſſers in Erde beweiſen ſollten, wurden von Boerhaave einer genauern Prüfung unterworfen. Seine darüber angeſtellten Verſuche finden ſich am Ende ſeiner Abhandlung vom Waſſer [k]); aus denſelben folgt, daß das Waſſer durch Deſtilliren keine andere Beſchaffenheit erhält, weder ſauer noch laugenſalzig, weder freſſender noch durchdringender wird.

Uebrigens hat Boerhaave, wie Borrichius und Boyle, wahrgenommen, daß bey jeder Uebertreibung des nämlichen Waſſers ein erdiger Rückſtand blieb; aber er hat nicht geglaubt, daraus ſchlieſſen zu dürfen, daß das Waſſer wirklich in Erde verwans

k) Elementa chemiae. T. I. Lugd. Bat. 1732. 4. p. 627.

wandelt werde, ja er bemerkt sogar, daß Boyle die Uebertreibung mit dem nämlichen Wasser nur dreymal wiederholt habe, ohne förmlich etwas über diesen Gegenstand zu entscheiden. Boerhaave vermuthet, daß sich der beständig in der Luft schwebende Staub während dem Uebertreiben mit dem Wasser habe mischen und die von den Chemikern gefundene geringe Menge Erde habe erzeugen können.

Geoffroy [l]) führt bey der Gelegenheit, da er von den Extrakten einiger Pflanzen redet, an, daß er das nämliche Wasser zwanzigmal übergetrieben und beständig einen erdigen Bodensatz erhalten habe, ob er gleich allemal neue und recht reine gläserne Kolben, wie auch den nämlichen Helm und die nämliche Vorlage genommen und die Fugen wohl mit Blasen verklebt habe.

Henkel [m]) behauptete, daß auch aus dem allerdünnsten Wasser ein erdhafter steinwerdender Stoff abgeschieden werden könnte, und berief sich auf den grünen Schlamm, zu welchem Luftwasser, z. B. Schneewasser, würden, die in einem großen weiten Kolben der Sonne dem Sommer über ausgesetzt wären.

Eller [n]) führt an, durch bloßes Reiben in einem gläsernen Mörser mit einer gläsernen Keule aus Quell: Regen: Schnee: Thau: Wasser und geschmolzenem Eise eine sehr feine weißliche Erde erhalten zu haben.

l) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1738.

m) Kleine mineralog. und chemische Schriften S. 316.

n) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Berlin. an. 1746. p. 47.

haben. Dagegen wandte Pott o) ein, dieſe wäre durch Abnutzung des Glaſes entſtanden und in heftigem Feuer verglaslich. Eller antwortete aber darauf, ſein Mörſer und Keule wären ſehr glatt, vom härteſten Glaſe geweſen, und ihre Oberfläche hätte keine Spur einer Abnutzung gewieſen.

Endlich hat noch Marggraf p) in einer Abhandlung von der im reinen Waſſer befindlichen Erde die Zweifel, welche noch wegen des Staubes aus der Atmoſphäre übrig geblieben ſeyn konnten, auf eine noch entſcheidendere Weiſe gehoben, und vollſtändig erwieſen, daß die Erde des Waſſers nicht von den in der Luft herumſchwebenden Körpern kommen könnte; er hat nämlich nicht allein Erde erhalten, wie er das Waſſer aus einer mit der Vorlage zuſammengeſchmolzenen Retorte übertrieb, ſondern er hat auch gewieſen, daß man das nämliche Reſultat erhält, wenn man das Waſſer in verſchloſſenen Gefäßen in einer ſehr ſtarken Bewegung erhält, wie auch ſchon Eller gezeigt hat.

Le Roi q) hat aber in einer Abhandlung behauptet, daß Borrichius's, Boyle's, Boerhaave's und Marggraf's Verſuche die Möglichkeit der Verwandlung des Waſſers in Erde nicht bewieſen. Le Roi meint, alles Waſſer enthalte eine ziemlich beträchtliche Menge Erde; dieſe ſey mit ſelbigem ſo innig vereinigt, daß ſie beynahe ganz und gar beym Uebertreiben mit übergehe, indeſſen doch bey jeder

o) Anmerk. über verſchiedene Sätze und Erfahrungen des Herrn Ellers S. 14. 50.

p) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Berlin, an. 1756.

q) Mém. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris, an. 1707.

der Verrichtung eine geringe Menge abgeschieden werde, und daß dieser kleine Antheil Erde die Naturforscher bisher getrogen und zu dem Glauben verleitet habe, daß das Wasser in Erde verwandelt würde.

Bis hieher blieb es also noch unentschieden, ob sich wirklich das Wasser in Erde verwandle. Erst in der folgenden Periode ist diese Streitfrage vorzüglich durch die Bemühungen des Herrn Lavoisier gehoben worden.

Die Frage, ob das Wasser elastisch sey? ist in diesem Zeitraume durch mancherley Gründe bestritten worden. Bellogradi [r]) nahm einen Beweis für die Elasticität des Wassers von dem Abspringen eines auf das Wasser schief aufgeworfenen Steins her. Er betrachtet das Wasser als eine feste Fläche, von welcher ein dagegen geworfener Körper zurückspringt; da nun dieß mit wenigem Verlust der Kraft und geringer Verminderung des Einfallswinkels erfolgt, so folge, daß das Wasser sehr elastisch seyn müsse. Allein Spallanzani [s]) unternahm es, nicht allein durch theoretische Gründe, sondern auch durch wichtige Versuche das Irrige in der Untersuchung seines Landsmannes darzuthun, und dem Wasser fast alle sichtliche Elasticität abzusprechen. Er führt an, daß der größte Theil der Physiker bewiesen habe, das Wasser sey nicht compressibel; eine Materie nun, welche keine Compressibilität zeige, könne auch wenig oder gar keine Ela-

r) Della riflessione de Corpi dall acqua, et della diminuzione dalla mole di sassi ne torrenti e ne fiumi. In Parma 1753. 4.

s) Physikalische und mathematische Abhandlungen, 5te Abhandl. von dem Abprallen der Steine vom Wasser.

Elaſticität beſitzen. Den Verſuch der zurückprallenden Körper ſtellte er auch mit weichem Thon, mit zähem Flußſchlamm und mit dem Gelben vom Ey an, und fand, daß dieſe Körper ähnliche Reſultate in Anſehung des Abprellens zeigten. Er bemerkte deutlich, daß das wieder in die Höhe Springen der Steine ſich völlig durch eine bloße Veränderung ihrer Richtung, welche durch den Widerſtand des Thons oder Waſſers entſtände, erklären laſſe. Auch daher leitet er das Wiederaufſpringen der von einer Höhe auf eine Waſſerfläche herabfallenden Tropfen. Er ſtellt ſich die Waſſermaſſe als aus unterſchiedenen Schichten zuſammengeſetzt vor. Indem nun der Tropfen die Oberfläche des Waſſers berührt, ſo öffnet ſich gleichſam die obere Schichte durch die Gewalt des Tropfens, dann eine zweyte und ſo fort, bis die Kraft des fallenden Tropfens erſchöpft iſt. Durch dieſes Trennen oder Auseinanderſchieben der Waſſerſchichten entſteht nothwendig eine Grube. Die Theile der oberſten Schichte treten alſo über die Horizontalfläche um eine gewiſſe Höhe, die Theile der zweyten werden um eine kleinere Höhe aus ihrem wagrechten Stande gebracht. Dieſe Theile der Schichten ſuchen ſich daher nach dem Stoße wieder in ihre vorige Lage zu verſetzen, und da ſie, beſonders wenn die Theile ſehr flüſſig ſind, dieß mit einer Geſchwindigkeit thun, welche dem Stoße gemäß iſt, ſo drucken ſie durch ihr Zuſammenſtoßen Theile des ſich ſehr leicht trennenden Waſſers in die Höhe. Bey zähen Materien, z. B. bey dem Gelben vom Ey, erfolgt dieß langſamer, und muß die Höhe diesfalls ſchon anſehnlich ſeyn, wenn man dieß Ausſpritzen bemerken will.

Bellogradi hatte das Abſpringen oder vielmehr Zurückſpringen des von einer Höhe gegen eine

Mar-

Marmerfläche fallenden Wassertropfens als einen Beweis der Elasticität des Wassers betrachtet. Dieses Zurückspringen, sagt er, kann man nicht der Elasticität des Marmors allein zuschreiben, weil zu dem Abprellen die Elasticität beyder gegen einander treffender Körper, sowohl des Wassers als des Marmors, erfordert wird. Spallanzani erinnert aber dagegen, daß zu dem Abspringen nur die Elasticität des getroffenen Körpers und ein gewisser Grad Härte von Seiten des auffallenden Körpers nöthig sey, beyde Körper brauchten nicht zugleich Elasticität zu besitzen. Er führt hiebey als Beyspiel harte Körper an, die von gespannten Saiten zurückgeworfen werden.

Einen andern Beweis der Elasticität des Wassers hat man aus der Fortpflanzung des Schalles durch dasselbe hergenommen. Man hat zwar dagegen den Einwurf gemacht, daß bloß die im Wasser enthaltene Luft das Mittel der Fortpflanzung des Schalles ausmache. Allein man hat ganz richtig dagegen erwiedert, daß man hiezu eine solche Stellung der Lufttheilchen annehmen müßte, wo sich dieselben von dem Orte der Entstehung des Schalles an bis zur Oberfläche des Wassers in ununterbrochener Reihe berührten, welche Stellung überaus unwahrscheinlich wäre, und durch jede Bewegung ohne Zweifel zerrüttet werden müßte. Der Abt Nollet t) ließ sich zu wiederholten Malen in die Seine hinab; während er im Wasser war, ließ er nach einem abgeredeten Zeichen am Ufer rufen, auf einer Pfeife blasen, mit einer Glocke klingen und eine Pistole losschießen. Im Wasser hörte er alle diese Töne deutlich, nur etwas geschwächt.

Aber

t) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1743.

Aber der Unterſchied der Stärke verhielt ſich nicht wie die Höhe des über ihm ſtehenden Waſſers. Er hörte nämlich einen Ton oder Schall faſt eben ſo ſtark, da er zwey Fuß Waſſer über ſich hatte, als da er nur mit wenigen Zollen bedeckt war. Ferner fand er den Ton innerhalb des Waſſers mit dem in freyer Luft von einerley Art. Er hörte z. B. c, wenn man c blieſs, und nicht etwa eine Oktave tiefer.

Arderon u) ließ ſogar Leute bis auf 12 Fuß unter Waſſer tauchen, und ſie hörten ſelbſt noch dann das Schießen eines Gewehrs. Nollet ſetzte ſich in ein Gefäß voll Waſſer, ſo daß ihm Waſſer bis über den Kopf gieng. Er ſchlug in dieſem Zuſtande Steine an einander, klingelte mit einer Glocke, und fand dieſen Schall außerordentlich ſtark, beſonders fiel ihm das Klappern der Steine ſehr unangenehm. Arderon ließ einen Menſchen mit einer Glocke unter dem Waſſer in unterſchiedenen Tiefen klingen. Er hörte ſie am Ufer. Um ſich zu überzeugen, ob nicht etwa die im Waſſer befindliche Luft die Haupturſache des Schalles ſey, reinigte Nollet eine beträchtliche Menge Waſſer von Luft, ſetzte dann in dieſes luftleere Waſſer einen ſogenannten Wecker, und fand nicht die mindeſte Verminderung der Stärke des Schalles. Muſſchenbroek x) wiederholte dieſen Verſuch, und er gelang ihm nicht nur wie dem Abte mit dem Waſſer, ſondern noch mit mehreren Flüſſigkeiten; demungeachtet aber wendet er nicht, wie Nollet, dieſe Verſuche zum Beweiſe für die Elaſticität des Waſſers an, vielmehr ſcheint er, wie Spallanzani, gänzlich gegen dieſe eingenommen zu ſeyn.

Georg

u) Philoſ. Tranſact. Nr. 486.

x) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 2267.

Georg Erhard Hamberger y) war ebenfalls der Meynung, daß sich das Wasser bey einerley Grad der Wärme nicht comprimiren lasse. Dieß schloß er aus folgendem Versuche. Die bey (fig. 7.) a. verschlossene Röhre füllte er von b bis c mit Wasser, und von a bis b mit Queckſilber an. Es drang dann kein Queckſilber in den Arm bc.

Peter van Musschenbroek z) führt auch verschiedene von ihm angestellte Versuche an, aus welchen er folgern zu können glaubt, daß das Wasser gar keiner Zusammendruckung fähig sey. Sie sind den Baconschen ähnlich. Zwey Kugeln, eine zinnerne und eine bleyerne, deren Durchmesser 3 Zoll und die Dicke des Metalls 3 Decimallinien waren, hatten an einer Seite eine kleine metallene Röhre mit einer geringen Oeffnung. Diese Kugeln füllte Musschenbroek sehr genau mit Wasser, welches unter der Luftpumpe von Luft gereinigt und dabey beträchtlich kalt war. In die Röhre ward sodann ein bleyerner oder zinnerner Zapfen hineingetrieben, wodurch alsdann alles so genau als möglich von Luft befreyet, und mit Wasser gefüllt blieb. Nachdem dieß mit großer Vorsicht geschehen war, wurde die Oeffnung zugeschmolzen, darauf die Kugeln unter einer starken Presse gelegt, und vermöge einer Schraube und eines langen Hebels zusammengepreßt. Die Kugel, welche leer nur einen sehr geringen Widerstand geäußert hatte, widerstand angefüllt erstaunlich. Sobald aber durch Hülfe des langen Hebels auch nur die mindeste Zusammenpressung statt fand, drang das Wasser gleich einem Thaue durch die Oeffnung

y) Elementa physicea. Jenae. 1735. 8. §. 359.

z) Tentamina experim. natur. captorum in Acad. del Cimento. Lugd. Batav. 1731. 4. p. 69. sq.

nungen des Metalls, und zwar deſto ſtärker, je mehr die Kugel zuſammengeſchroben wurde. Bey jedesmaliger Wiederholung des Verſuchs zeigte ſich der nämliche Erfolg.

Muſſchenbroek ſchloß daher, daß das Waſſer durch keine menſchlichen Kräfte zuſammengedruckt werden könne.

Der Abt Nollet a) verſuchte es ebenfalls auf eine der Hamberger'ſchen ähnliche Art, ob das Waſſer ſich comprimiren laſſe. Nollet erwähnt Hambergern nicht, und es iſt daher ungewiß, ob er den Verſuch von dieſem entlehnt habe, oder ob er für ſich darauf gekommen ſey. Indeſſen zeigt Nollet genauer an, wie er dabey zu Werke gegangen iſt. Er nahm eine Röhre von ſehr dickem Glaſe, welche inwendig drey Linien im Durchmeſſer hatte, und ſieben Fuß lang war. Zuerſt ſchüttete er etwas Queckſilber hinein, welches die Krümmung bey b (fig. 7.) ausfüllte. Dann goß er bey c Waſſer auf das Queckſilber, und nachdem dieſer Theil genau mit Waſſer angefüllt war, wurde hier die Oeffnung c zugeſchmolzen. Hierauf goß er von a aus nach und nach Queckſilber hinzu bis zu der Höhe von ſieben Fuß. Die kleine Columne Waſſer bc widerſtand dem Drucke der Queckſilberſäule ſo ſehr, daß man keine merkliche Verminderung der Höhe der Waſſerſäule wahrnehmen konnte.

Nollet ſetzte hiebey die Höhe der Queckſilberſäule, welche hier gegen das Waſſer druckte, auf ſechs Fuß zehn Zoll, oder achtzig Zoll Barometerhöhe, welches beynahe der dreyfache Druck der Atmoſphäre iſt.

Um

a) Leçons de phyſique experiment. T. I. p. 122.

Um das Jahr 1752 erhielt Hollmann b) zu Göttingen von dem Großbritannischen Leibarzte Peter Shaw eine Maschine aus England, welche gebraucht worden war, die Zusammendruckung des Wassers zu untersuchen. Die Maschine ist eine kupferne Kugel, 4 Zoll im Durchmesser; ihre Oeffnung hat eine Schraubenmutter, in welche eine Schraube hineingeschroben wird. Mittelst eines eisernen Hebels, der in der Mitte ein viereckiges Loch hat, worin das Aeussere der Mutterschraube genau paßt, kann die Schraube mit großer Gewalt in die Kugel getrieben werden. Die große Schraube ist auf einem Holze mit kleinern Schrauben befestigt, kann auch vermöge eigener Oeffnungen an einem Tische fest geschroben werden. Bey dem Gebrauche der Maschine mußte jedesmal die Schraube mit einem Gemisch von Terpentin und Wachs eingeschmiert werden. Hiemit stellte Hollmann folgende Versuche an:

Er füllte die Kugel genau mit Wasser, und trieb alsdann durch Hülfe des eisernen Hebels die Schraube in die Kugel. Gleich nach wenigen Umdrehungen der Schraube drang das Wasser an verschiedenen Orten, durch kleine Oeffnungen oder Ritzen des Metalls, in sehr dünnen Strahlen wie aus einem Springbrunnen hervor. Da der Versuch fortgesetzt wurde, um zu sehen, ob dieses Hervordringen nicht über der ganzen Kugel, wie bey den Florentinern, statt fände, so ereignete sich dieß nicht, sondern die Kugel zersprang da, wo sie zusammengelötet war. Hollmannen schien nur dieß befremdend zu seyn, daß das Wasser hier nicht,

b) Sylloge comment. in reg. societ. recensitarum. Gotting. 1762. p. 35.

nicht, gleich einem Thaue, die ganze Oberfläche der Kugel durchdrang. Er wiederholte daher den Verſuch, nachdem er vorher das mit Waſſer angefüllte Inſtrument an einem kalten Orte eine Zeitlang hatte ſtehen laſſen. Sobald die Operation anfieng, ſahe er die Oberfläche der Kugel zu ſeiner nicht geringen Verwunderung mit Waſſertröpfchen bedeckt, und nun glaubte er das zu beobachten, was die Florentiner und Muſſchenbroek beobachteten. Allein, nachdem er die Kugel mit einem Tuche abgetrocknet hatte, und den Verſuch wiederholte, ſprang das Waſſer, eben wie das erſtemal, nur aus einzelnen Riſſen oder zerriſſenen Theilen der Kugel; denn er unterſuchte dieſe Oeffnungen mit einem Vergrößerungsglaſe, und fand, daß ſie wirklich zerſprengte oder aus einander getriebene Theile des Metalls und nicht deſſen Zwiſchenräume waren. Nachher ließ Hollmann ähnliche Kugeln aus Zinn und Bley verfertigen, und wiederholte mit dem nämlichen Erfolg dieſen Verſuch. Endlich wurde hiezu eine ſilberne Kugel genommen, die aber nur $\frac{1}{20}$ Zoll dickes Metall hatte. Bey dieſer drang das Waſſer nicht durch ſeine Oeffnungen hervor, allein es öffnete ſich mit Gewalt einen Weg zwiſchen den Schrauben. Aus dieſen Verſuchen ſchließt Hollmann folgendes:

Das Waſſer ſelbſt, ohne von Luft gereinigt zu ſeyn, ſcheint keiner merklichen Zuſammenpreſſung fähig, und bey dieſem Verſuche habe das gepreßte und gedruckte Waſſer nicht die Zwiſchenräume des Metalls durchdrungen, ſondern kleine Oeffnungen im Metalle gemacht, aus welchen es herausgetreten ſey. In Anſehung des letzten Punktes wundert ſich Hollmann, daß ſeine Verſuche denen der Florentiner und des Muſſchenbroek widerſprechen.

Im

Im Jahr 1762 gab John Canton c) der königlichen Societät Bericht von folgenden Versuchen:

Er füllte eine 2 Fuß lange Glasröhre, unten mit einer Kugel versehen, zum Theil mit Quecksilber, setzte sie in Wasser, und brachte dieß genau mittelst eines Fahrenheit'schen Thermometers auf 50 Grad Wärme; die Höhe des Quecksilbers in der Glasröhre, welche $6\frac{1}{2}$ Zoll über die Kugel betrug, wurde dabey genau bemerkt, dann wurde das Quecksilber durch Vermehrung der Hitze bis zum obersten Ende der Röhre getrieben, und die Röhre sogleich zugeschmolzen. Als nachher die Hitze des Wassers gerade bis zu 50 Grad wieder abgenommen hatte, stand sodann das Quecksilber 0,32 höher, als vorher bey offener Röhre. Eben diese Kugel und Röhre ward nachher statt des Quecksilbers mit Wasser, aus welchem vorher die Luft ausgepumpt war, gefüllt. Bey offener Röhre stand das Wasser in derselben Hitze von 50 Grad Fahrenh. ohngefähr 6 Zoll über der Kugel. Durch Vermehrung der Hitze des äußern Wassers, worin die Röhre stand, stieg das Wasser der Röhre bis zu dem obersten Ende, welches dann sogleich zugeschmolzen ward. Als die Hitze des äußern Wassers wieder auf 50 Grad gefallen war, stand das Wasser in der Röhre 0,43 höher, als vorhin. Da der Druck der Atmosphäre auf das Aeußere der Glaskugel bey zugeschmolzener Röhre für das Wasser und für das Quecksilber gleich groß ist, so muß diese Kugel dadurch etwas zusammengedruckt,

c) Experiments to prove that Water is not incompressible. Philos. Transact. Vol. LII. P. II. art. 103. p. 641. und im neuen Hamburg. Magazin B. XII. S. 360. 365.

druckt, und folglich das darin enthaltene Flüſſige in die Höhe getrieben werden. Da ferner das Waſſer bey geſchloſſener Röhre um 0,11 eines Zolles höher ſtand, als das Queckſilber, ſo muß ſich nach Canton das Waſſer, wenn beyden der Druck der Atmoſphäre genommen iſt, mehr ausdehnen, als das Queckſilber. Um alſo genauer zu beſtimmen, um wie viel das Waſſer durch den Druck der Atmoſphäre zuſammengedruckt werde, nahm er eine Glasröhre von 0,01 Durchmeſſer, 4,2 Zoll lang, welche ſich in eine Glaskugel von 1,6 Zoll Durchmeſſer endigte. Dieſe füllte er mit Queckſilber, welches er nochmals genau wog, wodurch er fand, daß ein Theil der Röhre, welcher 0,23 Zoll lang war, gerade den hunderttauſendſten Theil des Queckſilbers der Kugel enthielt. Nach dieſem Verhältniſſe theilte er mit einer Feile die Röhre genau ab. Nun füllte er die Röhre nebſt der Kugel bis zu einer gewiſſen Höhe mit luftleerem Waſſer an, ließ die Röhre offen, und brachte ſie bald unter den Recipienten in luftleerem Raum, bald unter einer Verdichtungspumpe in zuſammengedruckter Luft. Vermöge ſeiner gemachten Abtheilungen konnte er in jedem Falle bemerken, um wie viel das Waſſer oder die Waſſerſäule der Röhre größer wurde, ſich ausdehnte, oder durch den größern Druck der dichten Luft zuſammengedruckt wurde. Auf dieſe Art fand er durch oft wiederholte Verſuche, daß ein Druck, welcher ſo groß als das doppelte Gewicht der Atmoſphäre war, das Waſſer um $\frac{1}{10870}$ ſeines Inhalts zuſammendrucke. Um zu ſehen, ob die im Waſſer enthaltene Luft vorzüglich dieſe Zuſammendruckung bewirke; brachte er eine Luftblaſe von 0,6 Zoll im Durchmeſſer in die Kugel; dieſe ward binnen vier Tagen von dem Waſſer verſchluckt. Das Waſſer ließ ſich aber nachmals von dem Gewichte

der

der Atmosphäre nicht stärker zusammendrucken, als ohne diese zugesetzte Luft, welches doch hätte erfolgen müssen, wenn die Luft die Ursache der Compressibilität war.

Canton trieb diese Untersuchungen noch weiter, wovon er zwey Jahre nachher der Societät der Wissenschaften von neuem Bericht abstattete [d]). Er hatte durch diese ferneren Versuche gefunden, daß das Wasser dabey die besondere Eigenschaft besitze, im Winter einer stärkern Zusammendruckung fähig zu seyn, als im Sommer; hingegen Weingeist und Baumöl sich hier gerade umgekehrt verhalte.

Wenn das Fahrenh. Thermometer auf 34 Grad stand, so wurde das Wasser durch den Druck der Atmosphäre um 0,000049 zusammengedruckt, der Weingeist aber um 0,000060 seines Raums; stand hingegen das Thermometer auf 64 Grad, so druckte das Gewicht der Atmosphäre das Wasser nur um 0,000044, den Weingeist aber um 0,000071 zusammen. Canton untersuchte auf eben diese Art mehrere Flüssigkeiten bey dem Stande des Barometers von $29\frac{1}{2}$ Zoll, und bey einer Thermometerhöhe von 50 Grad Fahrenh., und fand durch das Gewicht der Atmosphäre folgende Zusammendrückungen:

Weingeist um	0,000066	des Volumens
Oliven- oder		
Baumöl um	0,000048	— — —
Regenwasser um	0,000046	— — —
Seewasser um	0,000040	— — —
Queckſilber um	0,000003	— — —

Die-

d) Philos. Transact. Vol. LIV. for the year 1764. art. 47. p. 261.

Dieſe Größen nehmen nach der Ordnung ab, nach welcher die eigenthümlichen Gewichte der Materien zunehmen, wiewohl nicht in eben denſelben Verhältniſſen.

Aber dieſe Flüſſigkeiten ſind nicht nur compreſſibel, ſondern auch elaſtiſch; denn ſo wie Canton das Gewicht der Atmoſphäre wegnahm, oder zuließ, dehnten ſie ſich aus, oder traten wieder zuſammen. Eben daher, glaubt Canton, ergebe ſich, daß dieſe Elaſticität nicht etwa von der in dieſen Flüſſigkeiten enthaltenen Luft herrühre, weil ſie ſich jedesmal bey Zulaſſung oder Wegnahme des Drucks der Atmoſphäre gerade um eben dieſelbe Größe ausdehnten, dahingegen die Luft ſich zweymal mehr ausdehnt, wenn man die Hälfte des Gewichts der Atmoſphäre wegnimmt, als ſie zuſammengedruckt wird, wenn man den ganzen Druck der Atmoſphäre wieder zuläßt.

Hieraus ſchließt Canton folgendes. Das Gewicht von $32\frac{1}{2}$ Fuß Seewaſſer iſt dem mittleren Gewichte der Atmoſphäre gleich, und vermöge der bisher angeſtellten Verſuche druckt jedes hinzukommende Gewicht, welches dem Gewicht der Atmoſphäre gleich iſt, eine Quantität Seewaſſer um $\frac{4}{100000}$ zuſammen. Findet dieß nun beſtändig ſtatt, ſo muß das Meer da, wo es zwey Meilen tief iſt, durch ſein eigenes Gewicht um 69 Fuß 2 Zoll, und das Waſſer auf dem Boden um $\frac{13}{1000}$ zuſammengedruckt ſeyn.

Das Weſen der Flüſſigkeit des Waſſers haben einige mit Carteſius in eine beſtändige Bewegung der Theile deſſelben geſetzt; andere hingegen haben weit richtiger mit Mariotte und Boerhaave angenommen, daß die Wärme die Urſache aller Flüſſigkeit ſey.

Uebrigens ist aber das Wasser allgemein als ein Element betrachtet worden.

Gewicht des Wassers.

Bey der Vergleichung der specifischen Gewichte der Körper ist das Gewicht des Wassers der allgemeine Maasstab, oder die Einheit, auf welche alle übrige bezogen werden. Daher ist es nöthig, die Größe dieser Einheit in allgemein bekannten Gewichtsmaaßen zu bestimmen, weil hievon die Berechnung aller absoluten Gewichte der übrigen Körper abhängt, wenn man dieselben aus ihren specifischen Gewichten finden will.

Wolf e) bediente sich zu Abwägung des Wassers eines hohlen Würfels von Messingblech, dessen innerer Raum bis an die darauf verzeichneten Linien genau einen rheinländischen Cubikzoll faßte. Das Brunnenwasser, welches diesen Raum erfüllte, wog 495 Gran Medicinalgewicht. Dabey stand die Wage so genau inne, daß, als er noch zwey Gran zulegte, der Ausschlag einen Winkel von 7 Grad machte. Hieraus fand Wolf das Gewicht des rheinländischen Cubikfußes von diesem Brunnenwasser 495000 Grän, oder 64 Pfund (das Pfund zu 16 Unzen gerechnet) 7 Unzen 2 Drachmen, und er rechnet in seinen Schriften insgemein 64 Pfund Medicinalgewicht auf den Cubikfuß Wasser nach rheinländischem Maaße.

Weil sich der rheinländ. Fuß zum Pariser Fuß wie 13913 : 14400 verhält, so findet sich das Gewicht eines Cubikfußes Wasser nach Pariser Maaß, wenn man die Gewichtsangabe des rheinländischen (beynahe $64\frac{1}{2}$ Pfund) im Verhältnisse der Cubikzahlen von

e) Nützliche Versuche. Th. I. S. 12. 13.

von 13913 und 14400 vergrößert. Auf solche Art findet man 71½ Pfund Medicinalgewicht, welches nach franzöſ. Troygewichte ohngefähr 69⅔ Pfund ausmacht. Gewöhnlich ſetzen die franzöſiſchen Schriftſteller den Cubikfuß Waſſer auf 70 Pfund Troygewicht.

Wenn aber dergleichen Verſuche einige Genauigkeit in ihren Reſultaten geben ſollen, ſo muß hiebey nicht allein auf die Beſchaffenheit des Waſſers, ſondern auch auf die Temperatur der Atmoſphäre Rückſicht genommen werden. Muſſchenbroek f) ward hierauf zuerſt aufmerkſam gemacht, und fand das Gewicht eines rheinländ. Cubikfußes Brunnenwaſſer in Troygewicht:

1740 bey	42 Grad	Wärme	63 Pf.	2 Unz.	1 Dr. 4 Gr.
1743 —	33 —	—	63 —	4 —	4 — 16 —
1744 —	50 —	—	63 —	0 —	3 — 30¼ —
1752 —	46 —	—	63 —	3 —	4 — 43 —
Regenwaſſer			63 —	3 —	7 — 9 —
nach s'Graveſande			63 —	7 —	3 — 40 —
nach de Volder			63 —	4 —	7 — 36 —

Ein anderes Haupterforderniß bey Verſuchen dieſer Art iſt, daß der Würfel, den man dazu gebraucht, auf das genaueſte gearbeitet ſey; denn geſetzt, man bediene ſich hiezu eines Würfels von 1 oder 2 Decimalkubikzollen, ſo wird ein geringer Fehler, bey der Beſtimmung des Gewichts eines Cubikfußes Waſſer durch denſelben, 1000 oder 500 mal wiederholt, ſchon beträchtlich groß ausfallen. Lulofs, welcher nach van Swinden's Zeugniß hierauf ſehr große Sorgfalt wandte, und ſich auch eines größern, mit vorzüglicher Genauigkeit gearbeiteten Würfels bedien-

te,

f) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 1499.

te, fand das Gewicht eines rheinländ. Cubikfußes Regenwasser von 64° Wärme nach Fahrenh. 62 Pfund 9 Unzen 5 Drachm. 36 Gran Troygewicht.

Eis.

Die merkwürdige Erscheinung, daß das Wasser ohne zu gefrieren eine weit größere Kälte aushalten kann, als sonst dazu gewöhnlich nöthig ist, und welche Fahrenheit zuerst bemerkte, hat Martin Triewald, Maschinendirektor des Königs von Schweden, in einem Briefe an Sloane [g]) bestätigt. Er nahm am 15ten Dec. 1729 eine lange Flasche mit Wasser, worin sich cartesianische Männchen befanden, bey starker Kälte von einem Gestell herab, und fand das Wasser vollkommen flüssig; als er aber mit der Hand auf die Blase über der Oeffnung druckte, verwandelte es sich in Zeit von einer Sekunde in Eis. Auch Musschenbroek [h]) hat diese Versuche mit Wasser in wohl verstopften Flaschen wiederholt, welches die Nacht über einen starken Frost aushielt, sobald er aber den Stöpsel abzog, sich binnen einer Minute mit Eisblättern anfüllte.

Ferner führt der Herr von Mairan [i]) an, er habe vom Herrn Jallabert, Prof. der Mathematik zu Genf, erfahren, daß Herr Micheli ihm vor etlichen Jahren folgendes geschrieben habe: wenn man das Thermometer in einen gläsernen Cylinder steckt, welcher ohngefähr einen Zoll weit und 7 bis 8 Zoll lang ist, denselben voll Wasser gießt, mit einem Deckel

g) Philosoph. Transact. n. 418.

h) Tentam. experiment. Acad. del Cimento.

i) Abhandlung vom Eise. Leipz. 1752. 8. S. 165. f.

Deckel von Pappe bedeckt, und hernach dieß Gefäß ſammt dem Thermometer in eine ganz ſtille Luft ſetzt, die 11, 12, 13, 14 auch wohl 15 Grad (nach Michelli's Thermometer) kalt iſt, ſo wird dieſes Waſſer endlich eben den Grad der Kälte annehmen, und das Thermometer darin auf eben den Grad fallen, ohne daß das Waſſer gefriert. Rührt man aber alsdann nur die Oberfläche dieſes Waſſers mit einem eiſernen Drathe an, den man mit Schnee oder Eis gerieben hat, ſo ſieht man viel kleine Splittern Eis entſtehen, und das Thermometer ſteigt ſchnell auf 10¾ Grad, welches beynahe der Froſtpunkt iſt.

Der Herr von Mairan ſelbſt hat eine ganze Reihe Verſuche hierüber angeſtellt, wobey Waſſer, über deſſen Oberfläche Baumöl gegoſſen war, bey einer Kälte von 5 Graden unter dem Froſtpunkte nicht gefror, bis er mit einem Schlüſſel an das Gefäß klopfte, da denn nach 12 bis 18 Schlägen das ganze Waſſer mit Eisſchiefern vermengt war. Als er aber das Baumöl mit einem Löffel wegnahm, ſo ward das Waſſer ganz zu Eis, bis auf etliche Tropfen, welche flüſſig blieben, und an den Spitzen, womit das Eis beſetzt war, herabfloſſen. Sie gefroren aber auch in einem Augenblicke, und 15 oder 20 Minuten hernach war das Stück Eis vollkommen feſt, ſowohl inwendig, als auch auswendig. Das hinein geſenkte Thermometer ſtieg während dieſer Zeit, und die entſtandenen Eisſplitter in anderes Waſſer geworfen ſchwammen auf demſelben.

Das Waſſer, welches anfänglich zwiſchen den kleinen Eisſplittern war, fror mit ihnen zuſammen, und machte ein den Sinnen nach einförmiges Gewebe mit ihnen aus. Die Luftblaſen entſtanden darin nach

etli-

etlichen Stunden, und den andern Tag zeigten sie sich weit größer und häufiger. Viele von diesen Blasen in den Gläsern, woraus er die vorhergehenden Tage das Eis nicht genommen, hatten die Gestalt von Glastropfen angenommen, deren Kopf beynahe der Axe des Afterkegels oder des Gefäßes, und der Schwanz dem innern Rande zugekehrt war.

Nach dem Herrn von Mairan ist die wahrscheinlichste und nächste Ursache dieser Wirkung nichts anders, als die Ruhe der Wassermasse. Eine ähnliche Ruhe derjenigen Masse Luft, welche die Oberfläche des Wassers berührt, bringe beynahe eben diese Wirkung hervor, oder trage doch etwas dazu bey. Die erste dieser beyden Ursachen werde uns durch ihr Gegentheil angedeutet, nämlich durch die Bewegung und Erschütterung des flüssigen Körpers; die andere durch die Veränderung der Luft, oder durch Hervorbringung frischer Luft.

Carl Wilke [k]) hat über diesen Gegenstand neuere Versuche angestellt, von welchen einige angeführt zu werden verdienen. Er stellte einige kalte Glasröhren, welche mit Wasser angefüllt gewesen waren und in einem Zimmer, wo das Thermometer 8 Grad unterm Eispunkte stand, gestanden hatten, ohne daß das Wasser darin gefroren war, ins Wasser, und sahe mit Vergnügen, mit welcher Geschwindigkeit die Eisschiefer davon gleichsam anwuchsen und die ganze Wassermasse erfüllten. Um eine so schöne Erscheinung öfter zu sehen und besser zu untersuchen, trug er die Glä-

k) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXXI. S. 87. f. der Uebers.

Gläſer in ein warmes Zimmer, da das lockere Eis bald aufthauete, und ſtellte ſie alsdenn wieder in die vorige Kälte, wo das Thermometer noch 6 Grad unterm Eispunkte ſtand. Nach 6 Stunden bemerkte er mit einiger Veränderung daſſelbe Gefrieren in den Gläſern wie vorhin. Als er aber die gläſerne Röhre in die größte gläſerne Kugel, 6 Zoll im Durchmeſſer, ſetzte, ſo entſtanden darin keine Eisſchiefer, wie vorhin. Dagegen fiengen kurz darauf von dem Boden der Kugel eine Menge der ſchönſten und ordentlichſten ſechsſtraligten Sterne oder Schneegeſtalten aufzuſteigen an, die in einer wagrechten Stellung ſich ganz langſam durch das klare Waſſer erhoben, im Aufſteigen augenſcheinlich größer wurden, und endlich an der Kugel obern Theile ſtehen blieben, wo ſie ein feines ſogenanntes Krafeis ausmachten, das ohne ferneres Wachsthum das übrige Waſſer klar und ungefroren ließ. Dieſe unerwartete Erſcheinung reizte ſeine Aufmerkſamkeit um deſto mehr, weil noch niemand vor ihm einen ſo merkwürdigen Umſtand wahrgenommen hatte, und er vermuthete nicht ohne Grund, ſich daher gegründete Vorſtellungen machen zu können, ſowohl wie des natürlichen Schnees Geſtalten entſtehen, als auch, woher alle übrige Figuren beym Gefrieren des Waſſers kommen. Bey ſeinen Beobachtungen und Bemerkungen ſetzt er als etwas Allgemeines voraus, daß ungleiche Geſtalt und Beſchaffenheit des gläſernen Gefäßes, und ſelbſt des Waſſers nichts beſonders in der Sache ändern. In metallenen und hölzernen Gefäßen hat es ihm noch nicht gelingen wollen, das Waſſer ungefroren zu behalten. Wenn die Gläſer kleine Oeffnungen beſitzen, ſo kann man ſie unbedeckt laſſen; über größere bindet man eine Blaſe, oder bedeckt ſie mit einer gläſernen Glocke. See- Brunnen- und

und Schneewasser, gekochtes und ungekochtes, destillirtes, luftfreyes und luftvolles Wasser, sind alle mit einerley Figuren gefroren. Nur Wasser, das mehr oder weniger gesalzen, oder auf andere Art vermischt war, hat er jedoch noch nicht genug untersucht. Das Gefrieren des Wassers wird durch irgend einen kalten Körper erregt. Der Deutlichkeit wegen unterscheidet er hiebey Eisfiguren, die in freyem Wasser aufgestiegen sind, von andern, die an des Gefäßes Seiten oder des Wassers Oberfläche entstehen oder emporkommen. Die ersten nennt er freyes Mitteleis, die letztern Seiteneis.

Ansehen und Beschaffenheit des Mittel- oder Sterneises richten sich nach der Kälte, die das Wasser vor dem Gefrieren erhalten hat. Wasser, welches noch einen ganzen oder halben Grad Wärme über den Eispunkt des schwedischen Thermometers hat, läßt sich auf keine Weise durch kalte Körper zum Anschießen in Eiskrystallen bringen. Diese Körper werden nur von einer weißlichten mit Luft untermengten Eisschale überzogen. Doch gelingt der Versuch nur mit sehr kalten Körpern, als mit einer Glasröhre voll Schnee und Kochsalz u. d. gl.

Steht die Wärme des Wassers auf den Eispunkt selbst, und wird es sodann in ein kaltes Glas gegossen und da umgerührt, oder sehr kaltes Queckſilber u. d. gl. hineingegossen, so entsteht in großer Menge eine kleine Eisgestalt, die gleichsam der Grund und Anfang aller übrigen ist. Es ist eine kleine, kreisrunde, glatte, sehr dünne klare Eisscheibe, wie ein Pfennig, ohne einige Anzeige von Luftblasen. Diese kleinen runden Scheibchen begeben sich alle in wagrechter Stellung aufwärts, und sind oft sehr häufig. Sie sehen ohngefähr gleich dick aus,

bey

bey genauerer Betrachtung aber findet man ſie oben rundlich und unten platt. Gießt man durch einen papiernen Trichter in ſolches Waſſer Queckſilber, das in Schnee und Kochſalz abgekühlt iſt, ſo friert das Waſſer um den niederſchießenden Strahl plötzlich zu einem hohlen Eiscylinder, der nachgehends im Waſſer aufſchwimmt.

Hat das ſtillſtehende Waſſer eine Kälte von einem halben oder ganzen Grad unter dem Gefrierpunkte erreicht, ſo entſtehen die vorigen Eisſcheiben, aber nun werden ſie beym Aufſteigen von einem blättrigen Rande umgeben, der auch in dieſer Ebene anwächſt und ſichtbarlich zunimmt, ſich ändert und eine ordentliche ſechseckige Schneegeſtalt ausmacht. Hiebey bemerkt er: 1. die mittelſte Scheibe erreicht oft mit einem wohl begränzten Kreisrande den Durchmeſſer einer Linie, ehe man merkt, daß etwas daran herausſchießt; 2. vom Anfange ſchießen nicht nur ſechs ordentlich geſtaltete Blätterchen heraus, ſondern der ganze Rand wird von viel mehreren gleich großen rundlichen Ausſchüſſen umgeben; 3. die ſechſe aber, welche dem Stern ſeine Geſtalt geben, wachſen ſchneller und bekommen neue Seitenäſte, dadurch trennen ſie ſich gleichſam von den übrigen und verdrängen derſelben Wachsthum; 4. das Wachsthum dieſer Strahlen ſcheint oft gleichſam ein wenig ſtille zu ſtehen, und dann wiederum mit neuem Triebe anzufangen, daß mehr verſchiedene Figuren in einander liegen. Eben das erfolgt, wenn mehrere ſchon gewachſene Sterne ſich zuſammen legen, von denen, welche unten der obern Wachsthum hindern; 5. wenn dieſe Figuren in wärmeres Waſſer kommen, welches hiebey allemal geſchieht, ſo ſchmelzen die feinen Strahlen, und daraus ents-

entstehen neue Gestalten; 6. wie das Wasser bey diesen Eisbildungen etwas wärmer wird, so werden auch die Figuren nach und nach kleiner, unvollkommener und endigen sich zuletzt mit einzelnen Scheiben, worauf das Seiteneis allein zunimmt, wenn man das Glas noch in der Kälte läßt; 7. schüttet man in dieses Wasser von Anfang an sehr kaltes Queckſilber, so wächst Eis vom Boden wie ein kleiner Wald auf, mit Eisblättern, von welchen Sterne ausgehen.

Hat das Wasser 2 Grad Kälte, so darf man nur einige Körner Schrot hineinfallen lassen, um eine Menge schöner Sterne zerstreuet wahrzunehmen, welche alle ein rundes Scheibchen zum Mittel haben, aber kleiner als zuvor; ihre feinern Aeste wachsen auch um viel schneller und gleicher, so daß die Figur bald die Größe eines weißen Stüberstücks erreicht; endlich werden sie kleiner, gleichen den vorigen, und schließen sich auch gewöhnlich mit Scheiben- und Seiteneis.

In noch kälterm Wasser entstehen diese Sterne auf dieselbe Art, aber sie wachsen so schnell zum Durchmesser eines oder mehr Zolle, daß das Auge ihrer Bildung kaum folgen kann, ehe das ganze Wasser von ihnen eingenommen wird. Die kleine mittlere Schale ist nun kaum mehr zu sehen, dagegen gehen sechs starke Hauptstrahlen von diesem Mittelpunkte aus, und treiben seitwärts unter Winkeln von 60 Grad andere kleine Seitenzweige, die von neuem mit noch kleinern geziert sind, und zusammen ein Gewebe wie ein Netz ausmachen, von dessen Beschaffenheit folgendes zu bemerken ist: 1. dieser ganze vollkommene Eisstern macht eine einzige dünne Ebene aus, 2. auf einer Seite ist er ganz glatt und spiegelnd, auf der andern erhaben und gleichsam gravirt, 3. der ganze Stern

und

und dessen Strahlen mitten, und nahe an der Mitte, ist dick; je weiter man aber davon wegkommt, desto mehr nimmt er ab, wobey die stärksten Strahlen am meisten erhoben sind, und die feinern, als dünnere, gegen einander geneigt sind.

Das Erwachsen dieser Eisblätter und aller ihrer Aeste verhält sich folgender Maaßen: der erste Hauptstrahl, nicht wie eine scharfe Spitze, sondern vorn wie ein abgerundetes Blatt, treibt im Wasser nach einer geraden Linie fort, spaltet sich aber zugleich allemal in zwey andere Seitenblätter, die auf die Seite gerückt werden, indem es selbst wieder vordringt. Oft hemmt sich dieser Zuwachs damit, daß der Hauptstrahl am Ende wie gespalten wird. Auf die erste Art entstehen fast jeden Augenblick neue Aeste seitwärts, die alle wieder nach eben dem Gesetze seitwärts neue Seitenäste abgeben; die aus ihren Spitzen wie aus einer Quelle hervorbrechen, behalten nicht alle ihren Wachsthum, sondern die meisten bleiben bald stehen, und werden gleichsam von einigen erstickt, die den stärksten Trieb haben, und durch Austreibung der Seitenäste den übrigen gleichsam die Materie wegnehmen, oder den Weg versperren. Auf solche Art sondert sich oft ein Seitenast vom Hauptaste, und wieder sein kleiner Schößling von ihm, woraus mehrere und ungleiche netzähnliche Gewebe entstehen, in welchen man manchmal den ersten Stern oder Mittelpunkt schwerlich erkennt. Alle diese Schößlinge wachsen am besten und verbreiten sich nach der Seite, wo das freyeste Wasser ist, stehen aber still, sobald sie an einander oder an die Seite des Glases kommen. Davon rührt auch ein anderer Umstand her, der sowohl bey diesen als bey den vorigen kleinen Figuren vorkömmt. Man sieht

näm-

nämlich mannichmal zwey Figuren an einander gehängt und wie gegen einander geneigt, als ob mehrere Strahlen in unterschiedenen Ebenen aus einem Mittelpunkt giengen. Dieß ereignet sich, wenn die ersten kleinen Stammscheiben sich so mit den Rändern zusammensetzen, daß sie einen Winkel machen, und alsdenn jede in ihrer Ebene Strahlen treibt. Alsdenn hindert meistens der eine Stern des andern Wachsthum, daher wird auch gemeiniglich einer nicht mehr als halb. Ebenfalls ereignet es sich, daß die ersten Hauptstrahlen sich so durch einander setzen, daß daraus zwey fast vollkommene Sterne entstehen, welches doch sehr selten ist. Solche Figuren sind auch nicht häufig. Die beste Gelegenheit, den beschriebenen Eiswuchs zu bemerken, ist, wenn man die Oberfläche des Wassers mit einer kalten Spitze oder einem Eiszapfen berührt, dadurch wird des Sternes Mittelpunkt an diesem Ort festgesetzt, und die Blätter wachsen nachgehends niederwärts ins Wasser.

Alle diese beschriebenen Figuren haben sich selten oder nie in etwas kaltem Wasser gewiesen, daß nicht sogleich, oder alsobald darauf an des Glases Seiten herum mehrere andere Eisfiguren entstanden sind, die dem ersten Ansehn nach jenen ziemlich unähnlich waren, eine mehr unordentliche Gestalt hatten, und fast gänzlich dem gemeinen Seiteneise ähnlich waren, womit Wasser, das offener Kälte ausgesetzt ist, von auswendig hinein zu frieren pflegt. Dieß Eis ist dem Ansehen nach von zweyerley Arten, 1. das erste zieht sich mit langen gleichen spitzigen Strahlen an der Fläche des Glases oder des Wassers hin, aber innerhalb des Wassers treibt es eine Menge Schößlinge, die den vorigen Sternen ähnlich sehen. Dieses Eis entsteht so, daß einige der vorigen Sterne bey ihrer ersten Bildung

dung ſich mit einem Rande an die Fläche des Glaſes oder des Waſſers gehängt haben, und von da an innerhalb des Waſſers zu ihrer erſten Geſtalt erwachſen ſind. Aber an der Seite des Glaſes werden die Strahlen gehindert, ſich nach dieſer Ebene auszubreiten, dagegen bekommen die Strahlen, die ſich an das Glas geheftet haben, gleichſam einen neuern, ſtärkern Trieb, nach deſſen Fläche zu wachſen, zugleich aber innerhalb des Waſſers eine Menge Seitenwege und Blätter auszutreiben, welche alle mit dem erſten Sterne in einer Ebene ſind. An der Seite dieſes Glaſes werden dieſe Seitenſchößlinge wieder in einen breitern, und auf mancherley Art kantigen Eisrand gezwängt. Dieſe Verwandlung der Sterne kommt bey dem erſten Verſuche ſo oft vor, daß man alle übrige Abänderungen nur für Wirkungen einer und derſelben Urſache halten muß. 2. Das andere unordentliche Seiteneis iſt dasjenige, welches auf die erſten Anſchießungen folgt, und die Flächen ſowohl des Glaſes, als der Sternblätter mit einer gleichen Eisrinde überzieht, die anfangs klar und durchſichtig iſt, an Dicke zunimmt, endlich mit Luft vermengt wird, und zuletzt alle Zwiſchenräume der platten Eisſchiefer verhüllt, und das Waſſer ganz in dichtes Eis verwandelt. So wenig auch dieſes Eis mit dem vorigen einerley Geſtalt zu haben ſcheint, ſo bemerkt man doch bey deſſen erſter Bildung, daß es ſich davon nicht weiter unterſcheidet, als daß ſich hier die platten Sterne platt an die Glasfläche legen, und ſolchergeſtalt ſich nach derſelben Ebene ausbreiten. Daher zeigt ſich zuerſt allerhand Blumenwerk, das aus mancherley runden Scheibchen zuſammengeſetzt iſt; oft finden ſich wirklich Sterne, deren Strahlen gleichförmig nach der Oberfläche forttreiben, an beyden Seiten mit blät-

tri-

trigen Ausschößlingen geziert sind, die sich erweitern und die Oberfläche überziehen, dicker und unförmlicher werden, worauf man keine deutliche Bildung weiter wahrnimmt.

Die gleiche Eisrinde, welche die Gefäße bey künstlicher Kälte überzieht, giebt zwar eben keine Anzeigen einer Eisfigur; wenn man aber ihre Oberfläche mit einem Vergrößerungsglase betrachtet, so besteht solche aus verschiedenen parallelen Streifen oder Erhöhungen, die nicht undeutlich von einer Menge runder Scheibchen herrühren, die sich alle am Rande lothrecht gegen die Oberfläche aussen an einander gesetzt haben. Man sieht die Gemeinschaft dieses Eises mit dem vorigen noch deutlicher, wenn man in eine Mischung von Schnee und Salz nach und nach und sachte ein Glas mit ungleich abgekühltem Wasser niedersetzt, da sich dieses Eis dann auch nach den vorigen Graden richtet. Solchergestalt entsteht 1. bey Wasser, welches nicht ganz eiskalt ist, nie etwas anders, als die gleichförmig zunehmende Eisrinde, 2. bey der Eiskälte, und noch besser Einen Grad darunter, fängt das Eis mit allerhand wirbeligen Eisblumen an, wie das Laubwerk an Fensterscheiben; sie werden mit einer Eisrinde überzogen, von der an des Glases Seiten hinauf spitzige säbelähnliche Strahlen ausschießen; innerhalb des Wassers geschieht noch kein Anschießen. Hat aber 3. das Wasser schon 2, 3 oder mehr Grad Kälte, so steigen vom Boden wirkliche Sterne herauf, und erwachsen eben solche Eisblätter und Figuren, wie alle die vorigen, die das Wasser von unten herauf mit Eisschiefern erfüllen, worauf die Zwischenräume erst voll gleiches Eis zu werden anfangen.

Nach Erzählung dieser Versuche fügt Wilke noch folgende Bemerkungen hinzu: alle bisher beschriebene Eisgestalten haben so viel Uebereinstimmung, daß man sie nicht ohne Wahrscheinlichkeit für eine und dieselbe Erscheinung halten kann, und alle im gefrornen Wasser entstehende Eisgestalten als bloße Abänderungen der ordentlichen sechsstrahligen Sterne ansehen darf, welche eigentlich die wahre und vollkommenste Gestalt ausmachen, die das Wasser, beym Anschießen in Eis, annimmt. Sie fangen allezeit in einem kleinen Tüpfelchen, in Gestalt einer runden Scheibe, anzuschießen an, um welche die übrigen Strahlen in dieser Ebene wachsen. Größe, Ansehn und Wachsthum dieser Strahlen kommen lediglich auf den Grad der Kälte an, welchen das Wasser hat; aber daß allezeit sechs dieser Strahlen sich von den übrigen absondern, und sowohl unter sich, als mit allen Seitenästen Winkel von 60 Grad machen, das wird ohne Zweifel durch einen besondern Bau und Gestalt der Wassertheile verursacht.

Ohne Thermometer wird man nicht leicht die oben beschriebenen Gestalten einiger Maaßen zuverlässig erhalten, daher verdient auch desselben Steigen und Fallen bey diesen Versuchen besondere Aufmerksamkeit; 1. wenn es ganz ins Wasser gesenkt ist, so fällt es nach und nach bis gegen eben den Grad, den ein anderes daneben in der Luft hangendes zeigt, nach dem Maaße wie das Wasser kalt wird. Aendert sich die Wärme der Luft, so steigt es wieder langsam, und das stillstehende Wasser bleibt unverändert flüssig. 2. Sobald sich Eis auf die eine oder andere Art im Wasser anzusetzen anfängt, empfindet das Thermometer diesen Umstand, und steigt auf

einmal schnell zum Eispunkte, sobald die Eissterne oder Eisscheiben die Eintheilung oder die Kugel berühren. Wächst das Eis vom Boden herauf und erreicht es das Thermometer, so ist es angenehm zu sehen, wie schnell sowohl das Thermometer steigt, als auch das Eis selbst sich an dessen Eintheilung und dem Faden, an dem es hängt, hinzieht, bis an die Wasserfläche hinauf, als hätte der von unten herauskommende Eiswuchs an diesen Körpern einen leichtern Weg oder eine Leitung zu folgen gefunden. Man sollte vermuthen, diese Körper würden durch das Eis kälter, weil sich das Eis eben so um kalte Körper, die ins Wasser gesetzt werden, ansetzt, aber das Steigen des Thermometers giebt zu erkennen, daß sie wirklich wärmer werden. Das Eis, welches wärmeres Wasser abkühlt, verursacht also in einer Sache, die kälter als eiskalt ist, eine wirkliche Wärme. Hieraus ist es zu begreifen, wie das Ansetzen des Eises mit dem Grade o auf dem Thermometer zusammenhängt. Dieses wird 3. dadurch bestätigt, daß, nachdem das Thermometer einmal bis zum Eispunkte gestiegen oder gefallen ist, und das Eissetzen sich angefangen hat, das Wasser nicht mehr wie vorhin in der Kälte noch kälter wird, sondern zu Eis gefriert, welches alsdann erst noch größere Kälte annehmen kann. Hieraus versteht man die bey den Eissternen bemerkte Ordnung, daß die größten zuerst kommen, und endlich nur die kleinen in eiskaltem Wasser gewöhnlichen runden Scheibchen.

Weil das Thermometer in stillstehendem kalten Wasser unter den Eispunkt fällt, ohne daß das Wasser dabey zu Eis wird, sondern noch flüssig bleibt, so ist klar, daß die Entstehung des Eises nicht allein

auf diesen bestimmten Grad der Kälte ankommt, sondern daß noch eine andere Ursache hiebey wirksam seyn muß. Diese Ursache glaubt Wilke in nichts anderm zu suchen, als in der Bewegung und dem Schütteln der Wassertheilchen oder der Anrührung mit einem kalten Körper, der ins Wasser kömmt.

Das Eis selbst scheint, so zu sagen, eine vervielfachende Kraft zu besitzen. Man sieht dieß schon an den Sternen und Eisblättern, welche im freyen Wasser zunehmen, auch ist nichts kräftiger, das Anschießen des Eises zu erregen, als schon vorhandenes wirkliches Eis, daher man auch bey Gläsern, die nicht ganz voll sind, genau zusehen muß, daß nicht beym Schütteln u. d. gl. der obere kältere Rand des Glases die ersten Eisschalen verursacht, die man nachdem für Wirkungen der Bewegung ansehen könnte. Aus eben dem Grunde thun kleine mit Eis überlaufene Körper allemal mehr Wirkung als bloß kalte und trockene. Die Wirkung dieses Eises auf kaltes Wasser, sagt Wilke, hat doch etwas sonderbares. Das Thermometer zeigt, daß das Eis selbst bey seinem ersten Entstehen nicht mehr Kälte hat, als der Eispunkt zeigt; gleichwohl thut dieses Eis eben die Wirkung auf alle andere Körper, indem es Eiswuchs verursacht, zugleich aber dem entgegengesetzt, was man vermuthen sollte, macht es das Wasser wärmer. Diese seltsame Erscheinung zu erklären unternimmt sich aber Wilke nicht. Er zieht bloß aus seinen gemachten Versuchen einige allgemeine Anwendungen und Schlüsse.

Alle Eisfiguren von der kleinsten bis zur größten, sofern sie nicht an andere Körper fest geworden sind, schwimmen allemal im Wasser auf, ob sich gleich

in

in ihm keine Spur eingemengter Luftblasen findet, mithin scheint hierdurch die Streitfrage zulänglich mit ja beantwortet: ob Eis leichter ist, als das Wasser, aus dem es entstanden ist? Man bemerkt, sagt Wilke, nicht eher einige Luftblasen, als bis sich das gleichförmig zunehmende Seiteneis zu bilden angefangen hat. Indessen schwimmt das kleinste Scheibchen sowohl aufwärts als der größte Eisstern, welches unläugbar zeigt, daß die Wassertheilchen in einen lockerern Körper zusammengefügt worden sind.

Die in reinem und unvermengtem Wasser aufsteigenden sechsstrahligen Sterne beweisen, daß alle solche Bildungen in andern Wassermischungen einzig und allein von den Wassertheilen selbst herrühren, und daß alle übrige Theile nichts anders thun, als theils das Gefrieren des Wassers hindern, theils feinere Ramificationen veranlassen.

Unter dem Ausdrucke Krafeis oder Bodeneis versteht er dasjenige Eis im Großen, welches mit den beschriebenen Eissternen und Eisblättern im Kleinen gleichartig ist. Block [1]) hat dieses Eis, welches den Motalastrom und andere Ströme hemmt, beschrieben. Es ereignet sich nie im Frühlinge, nachdem das Eis loßgegangen ist, oder bey Thauwetter, sondern meistens vor Weihnachten selbst, selten nach Weihnachten; aber allemal bey der ersten einfallenden strengen Kälte nach vorhergegangener gelinden Witterung, besonders trockenen und schneelosen Wintern. Wenn sich aber der Winter einmal eingestellt hat, und die Seen mit Eis bedeckt sind, so hat man den Strom nie

1) Anmärkningar öfwer Motala Ströms stadnande. 1708.

nie auf diese Art gehemmt gefunden. Alles dieß, sagt Wilke, so wie auch die Beschreibung von dem Aussehen des Eises, stimme mit seinen Versuchen überein. Das Wasser, welches zu solchem Eise frieren soll, müsse zuvor kälter als eiskalt seyn, welches nicht statt finde, sobald schon Eis vorhanden oder Schnee hineingefallen sey. Diese Abkühlung könne das Wasser nur im ersten trockenen und schneelosen Winter um Weihnachten u. s. f. erlangen, und sie ereigne sich am leichtesten an denjenigen Stellen, wo der Grund steinigt sey, oder Felsen darunter fortstreichen. Wenn hierauf plötzlicher Wind Schnee, kalte Erde, Sand u. d. gl. ins Wasser treibt, so erfüllt sich das Wasser vom Boden herauf auf einmal mit einer Menge von Eisblättern, die nach den Umständen ein wirkliches Boden: oder Grundeis ausmachen, das durch schnellen Zuwachs das ganze Wasser bis oben hinauf mit sogenannten Krapp: oder Krafeise erfüllen kann. Man habe daher an des gemeinen Mannes wahrhaften Berichten von solchem Eise nicht zu zweifeln, noch mit den Gelehrten auf eine eismachende Materie zu desselben Erklärung zu denken; die ganze Sache beruhe nur auf einem geringen Unterschiede zwischen des Wassers und anderer Körper Zustand der Wärme und Kälte. Vielleicht könnte man der größern Abkühlung und dem daraus entstehenden Krafeise dadurch zuvorkommen, daß man schon vorhandenes Eis ins Wasser würfe.

Schon Hales [m]) hatte die gemeine Meynung von der Entstehung des Grundeises vertheidigt, und diese seine Vertheidigung auf eine von ihm angeführte Beobachtung gegründet. Er hatte nämlich ein Eisbette

m) Vegetab. statiks. im Anhange.

hatte wahrgenommen, welches sich demjenigen Eise, das sich auf der Oberfläche des Wassers gebildet hatte, gerade gegenüber gelagert hatte. Nachdem er nun das obere Eis durchstoßen und unteres Eis aufgefangen hatte, so fand er dasselbe von einer Dicke von beynahe $\frac{1}{2}$ Zoll, es besaß aber mehrere Höhlungen, war mehr schwammigt und weniger fest, als das obere Eis. Hales fügt hinzu, das untere Eis sey mit dem Grunde des Bodens der Flüsse verbunden, und führe auch mehrentheils Sand und Steine mit sich. Dagegen wollte aber der Abt Nollet [n]) im Jahr 1743, wo die Seine zugefroren war, durch viele Beobachtungen wahrgenommen haben, daß die Meynung vom Grundeise eine leere Behauptung sey. Es wäre natürlich, daß das Wasser an der Oberfläche, wo es die kältere Luft berühre, am ersten seine Wärme verlieren und sich in Eis verwandeln müsse, und die an solchen Eisschollen befindlichen Spuren von Sand, Erde und Steine zeigten nicht Entstehung am Boden, sondern am Ufer an.

Ueber die Ausdünstung des Eises hat Wallerius [o]) weitere Versuche angestellt, um vielleicht einige noch nicht so bekannte Gesetze ausfündig zu machen. Den 16ten Dec. 1736 füllte er einen Cubikzoll von verzinntem Eisenbleche mit reinem Wasser, und setzte es nachher ans offene Fenster. Das Wasser fieng bald an, sich mit Eis zu überziehen, welches gegen 6 Uhr Morgens, da er mit der kleinsten Wage fand, daß aus dem Würfel $1\frac{5}{8}$ Aß ausgedunstet waren,

n) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1743.

o) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. IX. S. 235. der deutsch. Uebers.

waren, so stark war, daß er den Würfel ganz auf die Seite legen konnte, ohne daß das geringste heraus lief. Die zwey Stunden über stand das Thermometer am niedrigsten 22, am höchsten 26. Von 6 bis 8 Uhr desselben Morgens dunstete der Würfel $3\frac{13}{16}$ Aß aus. Das Eis war nun sehr stark und dick, der Himmel ganz klar mit einer schönen Morgenröthe, bis 10 Uhr dunsteten $2\frac{13}{16}$ Aß aus; von 10 bis 12 Uhr $3\frac{11}{16}$ Aß. Ob es nun gleich wärmer war als zuvor, so konnte er doch nicht finden, daß sich etwas auflößte; von 12 U. bis 2 U. Nachm. waren $3\frac{5}{16}$ Aß ausgedunstet; von 2 bis 4 Uhr $1\frac{3}{4}$ Aß. Den 14ten Dec. hatte er denselben Würfel mit Wasser angefüllt, und ihn auf eben die Art und in eben die Umstände gesetzt, wie den 16ten Dec., wo er denn fand, daß er von 6 Uhr des Abends bis 6 Uhr Abends des folgenden Tages $15\frac{1}{2}$ Aß, aber von 6 Uhr dieses Abends bis um 6 Uhr des folgenden Tages ein eben so großer und eben so gemachter Würfel $24\frac{1}{4}$ Aß ausgedunstet hatte. Während der ersten 24 Stunden war zwar das Wasser mit einem dünnen Eise überzogen, doch fiel das Wärmemaaß nie unter 25, sondern hielt sich meistens zwischen 30 und 40. Die letztern 24 Stunden war dickeres Eis und stärkere Kälte, so daß sich das Thermometer nun zwischen 27 und 25 hielt, und nie bis 34 stieg.

Ob es nun gleich gewiß sey, bemerkt Wallerius, daß mehr Wärme die Ausdünstung des Wassers vergrößere, so finde man doch augenscheinlich aus gegenwärtigem Versuche und vielen andern, die er der Kürze wegen übergehe, daß das Wasser mit Eis überzogen allezeit mehr ausdunstet, ob es gleich zuvor wärmer war und jetzt kälter ist. Ja, je stärker die Kälte

Was-

Wasser angreift, das in Eis verwandelt werden soll, desto größer ist auch desselben Ausdünstung.

Um die Ausdünstung des Eises noch besser kennen zu lernen, brauchte er größere Ausdünstungsgefäße; alle seine Versuche aber bestätigten diesen Satz, daß, wenn sich das Wasser in Eis verwandelt, es allezeit mehr ausdunstet, ob es gleich zuvor wärmer war, und nun kälter ist. Dagegen, wenn es in Eis verwandelt ist, giebt größere Wärme mehr Ausdünstung.

Uebrigens bemerkt Wallerius noch, daß die Ausdehnung des Eises, mithin desselben ausdehnende Kraft, nicht von Luftblasen herrühren könne, wie viele der Meynung gewesen sind; denn man habe bisher die Luft noch nicht so stark zusammenzupressen vermacht, daß sie dicke Glas- und Metallkugeln zersprengt hätte, welches gleichwohl vom Wasser, das sich in Eis verwandle, geschehe.

Die starke Ausbreitung des Eises zeuge genugsam von einer innern Bewegung, und folglich, daß das Wasser nicht deßwegen mit Eis überzogen werde, weil seine Theile alle ruhig beysammen lägen. Selbst die beständige Ausdünstung des Eises, die ohnstreitig eine innere Bewegung erfordere, von was für eine Ursache solche auch herrühren möge, überzeuge uns von der Richtigkeit dieser Sache. — Allein schon Wolf hatte eine bessere Ursache von der Ausdünstung des Eises angeführt (Th. III. S. 316. f.).

Noch neuere sehr zahlreiche Versuche über das Ausdünsten des Eises führt Baron an [p]), aus wel-

p) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1753.

welchen er Reſultate zieht, die denen der meiſten Phyſiker ganz entgegen ſind; 1. ſey es weit gefehlt, daß die Kälte als Kälte das Ausdünſten des Waſſers befördere, ſie diene vielmehr, dieſelbe zu ſchwächen und zu vermindern, wenn das Waſſer der Bewegung der Luft ausgeſetzt worden; denn 9 Unzen Waſſer hätten durch die Ausdünſtung binnen 4 Tagen nicht mehr als 21 Grän verlohren, da im Gegentheil 2 Unzen Waſſer dem Gefrieren in freyer Luft ausgeſetzt in weniger als einem halben Tage 10 Grän verlohren haben; 2. die Ausdünſtung des Waſſers hänge von einer innern Bewegung ab, welche ſich ſo lange erhalte, als es flüſſig ſey, und die Luft diene bloß, die Theile, welche ſich von der Oberfläche getrennt hätten, fortzuführen, und dadurch Gelegenheit zu geben, daß ſich andere Theile abſondern könnten; 3. das Waſſer höre ſogleich auszudünſten auf, ſobald es zu Eis geworden ſey; 4. die Verminderung, welche man am Eiſe, das der freyen Luft oder dem Winde ausgeſetzt worden, wahrnimmt, iſt keine Wirkung der Ausdünſtung, ſondern vielmehr Wirkung einer außerordentlich feinen Zertheilung, welche der Wind, der das Eis ſtößt, unaufhörlich mit ſich fortführt; oder mit einem Worte: die Ausdünſtung des Waſſers iſt eine wahre Ausdünſtung, die des Eiſes aber nicht.

In der That, wenn das Waſſer ausdunſtet, ſo ändert dasjenige, was davon geht, ſeine Form und ſeine Natur; aber dasjenige, was ſich vom Eiſe losmacht, bleibt unverändert, und iſt nichts weiter als ein ſehr feiner Eisſtaub. Geſchieht es alſo, daß dieſer feine Eisſtaub durch den Wind in Ueberfluß mit fortgeführt wird, ſo erzeugt er einen außerordentlichen Grad von Kälte, und dieß iſt vielleicht die Urſache, wel-

welcher man eine oftmals erfolgende schleunige Kälte zuschreiben muß.

Baron gründet diese seine Theorie auf eine Beobachtung, welche der Schiffskapitän Middleton [q]) in der Hudsonsbay gemacht hat; er bemerkt nämlich, daß die Nebel, welche von den Polargegenden herkommen, augenscheinlich eine unendliche Menge sehr kleiner Eisnädelchen enthielten, welche, wenn sie sich ans Gesicht oder an die Hände legten, Schmerzen verursachen. Diesen sehr feinen Eistheilchen schreibt er die weit empfindbarere Kälte zu, als sie das Thermometer anzeige, und welche man in England an solchen Tagen wahrnehme, wenn der Wind von Norden komme.

Was die Festigkeit des Eises betrifft, so ist diese außerordentlich beträchtlich. In dem sehr strengen Winter des Jahrs 1740 erbauete man in Petersburg einen Pallast von Eis, der 52½ Fuß lang, 16½ breit, und 20 Fuß hoch war, ohne daß durch die Last der obern Theile und des Daches, welches ebenfalls von Eis war, das Unterste des Gebäudes im geringsten wäre beschädigt worden. Die Materialien dazu hatte man aus der ganz nahen Newa genommen, worin das Eis 2 bis 3 Fuß dick war. Die Eisblöcke, welche man aus diesem Flusse brachte, wurden erst mit großem Fleiße zugehauen, und zierlich ausgearbeitet. Dieß kann man aus der Beschreibung ersehen, welche Kraft davon herausgegeben hat. Vor dem Gebäude standen sechs Kanonen von Eis, die auf der Drehbank gemacht waren, mit ihren Lafseten und Rädern ebenfalls von Eis, und 2 Mörser zu Bomben, die nach eben den Proportionen, wie die gegossenen, gear-

q) Philos. Transact. Vol. XLII. num. 465.

gearbeitet waren. Die Kanonen hatten die Größe der Sechspfünder, die gewöhnlich mit 3 Pfund Pulver geladen werden. Man lud ſie aber nur mit ¼ Pfund, und brachte eine Kugel von geſtopftem Hanf, bisweilen auch eine eiſerne, hinein. Die Kugel durchbohrte ein 2 Zoll dickes Bret in der Entfernung von 60 Schritten. Das Eis der Kanonen konnte nach den gewöhnlichen Verhältniſſen nicht viel über 3 bis 4 Zoll dick ſeyn; demungeachtet widerſtand es der Gewalt einer heftigen Exploſion.

Ueber die Urſache der Kälte haben einige Phyſiker ganz eigene Meynungen gehabt. Muſſchenbroek r) meint, das Gefrieren rühre gar nicht unmittelbar von der Kälte, ſondern von dem Eindringen einer feinen Materie her, die ſich mit dem kalten Waſſer miſche, eine Gährung oder Aufbrauſen veranlaſſe und die Theile befeſtige. Seine Gründe ſind: das Eis ſey nicht in Ruhe; denn die Blaſen nähmen beym Fortgange des Gefrierens zu, es zerſprenge die Gefäße, dehne ſich aus und dünſte. Es ſchwelle zu ſehr auf, ohne daß doch die Luft in den Blaſen zuſammengedruckt ſey. Mannichmal bleibe das Waſſer flüſſig, wenn gleich die Temperatur unter dem Eispunkte ſtehe, zumal in Gefäßen, wenn nämlich die froſtmachende Materie nicht frey durch die Wände dringen könnte. In Holland friere es nicht beym Nordwinde, der über die kälteſten Gegenden komme, ſondern beym Oſtwinde, der über viel Land gehe, und viel fremde Theile mit ſich führe. Der Froſt ſey mannichmal nur in einem kleinen Bezirk Landes eingeſchränkt, richte ſich auch nicht nach den geographiſchen Breiten. Kranke ahndeten den Froſt vorher

r) Introductio ad philoſ. natur. §. 1504. ſqq.

her wegen der in der Luft befindlichen fremden Theile; gefrornes Wasser sey nicht mehr so geschickt zu Bereitung der Speisen; Scheidewasser mache das Wasser wärmer, das Eis aber kälter; die Dicke des Eises richte sich nicht nach dem Grade der Kälte; Wasser in eine Mischung von Salz und Schnee gesetzt, gefriere, indem die Mischung selbst schmelze. — Allein alle diese Gründe lassen sich ohne Zwang aus der Entziehung der Wärme herleiten.

Winkler s) nimmt an, die sonst runden Wassertheilchen würden beym Gefrieren zertheilt und in kleinere Kügelchen oder eckige Körper zertrennt, woraus er vornämlich die Vergrößerung des Volumens beym Eise erklären will. In einer neuern Schrift t) sieht er zwar die Festigkeit des Eises als den natürlichen Zustand des vom Feuer verlassenen Wassers an, leitet aber die Vergrößerung des Volumens davon her, daß sich die Wassertheile bey der Berührung in hohle elastische Kügelchen vereinigen.

Hygrometer, Atmometer und Hyetometer.

Bisher hatte man verschiedene Materien zu hygroskopischen Substanzen vorgeschlagen, ohne jedoch darauf zu denken, ob sie den wahren Zustand der Atmosphäre in Ansehung der Feuchtigkeit und Trockenheit verhältnißmäßig anzeigten. Selbst in diesem Zeitraume hat man hierauf eben keine sonderliche Aufmerksamkeit gerichtet, ob man gleich anfieng, dem Hygrometer festere und bestimmtere Punkte zu geben.

Lowe

s) De causa frigoris et glaciei. Lipſ. 1737. 4.

t) Unde vim elasticam adipiscatur aqua rarescens. Lipſ. 1753. 4.

Louis von Cheſeaux ſchlägt in einem Briefe an Bertrand vom 30ſten Jan. 1761 u) vor, ein Hygrometer aus Salz mittelſt einer richtigen Wage zu verfertigen. Man ſoll nämlich zwey gleiche Theile Salz nehmen, und den einen, ſo gut immer möglich iſt, austrocknen laſſen. In dieſem ausgetrockneten Zuſtande ſoll ſowohl dieſer als der andere Theil, der in dieſer Zeit an der Luft und im Schatten gelaſſen wurde, gewogen werden. Den erſten trockenen Theil ſoll man mit Waſſer ſättigen, und denſelben mit dem Gewichte des andern und mit einem dritten Theile des in der Luft gelaſſenen, welchen letztern Theil man aber auch zu gleicher Zeit mit Waſſer ſättigen ſoll, vergleichen. Wenn es möglich iſt, ſoll man auch die in derſelben Zeit erfolgte Ausdünſtung einer beſtimmten Oberfläche von Waſſer meſſen, welches zu dieſer Abſicht demjenigen Theile des Salzes zur Seite gelaſſen werden ſoll, welches beſtändig an der freyen Luft geſtanden hat. Vielleicht, ſagt er, findet man durch dieſe Verſuche die zwey äußerſten Beſtimmungspunkte eines vergleichenden Hygrometers, eben ſo, wie das Eis und das ſiedende Waſſer dieſelben an dem Thermometer ausmachen. Auf ſolche Art, meint er, könnte man ein Hygrometer von Salz mit einer richtigen Wage verfertigen, da eine von beyden Schaalen eine geringe Tiefe, aber eine große Oberfläche haben müßte. Es ſey bekannt, was an denjenigen Hygrometern auszuſetzen ſey, die man aus Thierſehnen verfertige; allein dieß ſolle ihn doch nicht abſchrecken, mittelſt Verſuche die Beſtimmungspunkte der Spannung durch die Trockenheit und die Schlaffheit durch Feuchtig-

u) Abhandlungen und Beobachtungen durch die ökonomiſche Geſellſchaft zu Bern geſammlet. 3ter Jahrg. 1762. St. I. S. 203. f.

tigkeit mit Hülfe einer Thierblase zu suchen, deren Größe, Länge und Gewicht sowohl, als der Stoff und die Art ihrer Verfertigung, bestimmt wäre.

Louis von Cheseaux fand hiebey aber eine Schwierigkeit, welche sich nicht in der Substanz des Werkzeuges, sondern in der Luft selbst befindet. Sie besteht nämlich darin, daß die Luft mit vielen Wassertheilchen angefüllt, und gleichwohl sehr trocken seyn kann. Demnach würde es darauf ankommen, eine richtige Methode anzugeben, wie das Salz oder jede andere hygroskopische Substanz die Feuchtigkeit der Luft auch ungeachtet ihrer trocknenden Eigenschaft anzeigen könnte. Zugleich würde es nöthig seyn, ein Mittel auszumachen, wodurch man in den Stand gesetzt würde, diesen Zustand der Luft zu erkennen. Hiezu schlägt er ein Ausdünstungsgefäß vor. Denn, sagt er, der Südwestwind, welcher uns Regen bringt, ist viel trocknender, als gewisse Winde, auf welche schönes Wetter folgt. Er trocknet das nasse und feuchte linnene Zeug viel geschwinder, wenn gleich die Luft mit vielen Wassertheilchen angefüllt ist; und so muß es nothwendig seyn, weil er eben wegen seiner trocknenden Kraft die Luft mit allen den Wassertheilchen belade, von welchen er die irdischen Körper befreyt hat.

Ein anderes Hygrometer erfand Ferguson x). Die hygroskopische Substanz ist ein Bret von Tannenholz, welches durch seine Ausdehnung bey feuchter, und durchs Zusammenziehen bey trockener Witterung ein Gewicht, das um zwey Rollen von verschiedenen Durchmessern geführt ist, herabsinken und erheben läßt.

Titius

x) Philosoph. Transact. Vol. LIV. und Gentlem. Magaz. 1767. Juny. p. 297.

Titius in Wittenberg bediente ſich bey ſeinen Beobachtungen eines Hygrometers, deſſen Einrichtung er im 3ten Stück des Wittenberg. Wochenblatts v. Jahr 1768. S. 21. f. beſchreibt. Es beſteht aus einer Darmſaite von einer Laute, etwas über 1 Pariſ. Linie dick. Dieſe Saite hat er nämlich beynahe 2 Tage lang in Salmiakgeiſt gelegt, hierauf wieder zuſammengedreht, an einem kleinen Gewichte gerade herunter hängend getrocknet, und hievon ein Stück von 18 Pariſ. Zoll Länge zum Hygrometer gebraucht. Dieſes Stück Darmſaite wird an den Arm eines Geſtelles befeſtigt, hängt von demſelben in einer hölzernen Röhre, den Staub von auſſen abzuhalten, frey herab, hat unten ein eiſernes Gewicht von beynahe 2 Unzen, in welchem ein $4\frac{1}{2}$zolliger Weiſer ſteckt, welcher mittelſt ſeines Umdrehens zugleich das Drehen der Darmſaite anzeigt. An dem Weiſer und der hölzernen Röhre befindet ſich ein Faden, der die Umdrehung der Saite rechts oder links anzeigt; und der Weiſer ſelbſt geht über einem Papier, auf welchem aus einem Punkte lothrecht unter der Darmſaite vier Umläufe der gemeinen, oder archimediſchen Spirale, 4 Linien von einander abſtehend, gezogen ſind. Auf dieſe Umläufe ſind eine Menge Grade, jeder von faſt 4 Par. Linien, von 1 an, ſo viel ihrer die ganze Spirallinie hat faſſen wollen, getragen. Die innere erſte Umwindung fängt ſich da an, wo ihr Halbmeſſer, gerade 4 Pariſ. Zoll lang, genau in den magnetiſchen Meridian fällt; ſie läuft alſo von dem Vorderpunkte zur Rechten viermal herum, und ſo geht auch die Eintheilung umher.

Titius ſagt noch vieles über die Unvollkommenheiten der bisherigen Hygrometer. Da ihm aber manchers

cherley Einwendungen gegen sein Hygrometer gemacht wurden, so hat er nach der Zeit theils über die Bestimmung der absoluten Feuchtigkeit der Luft vermittelst des Hygrometers, theils über die Auffindung des festen Punktes der Trockenheit an demselben einige theoretische Gedanken und Vorschläge geäußert. Der feste Punkt der Feuchtigkeit, sagt er, würde vielleicht so gefunden, daß man die Darmsaite in den Dunst des kochenden Wassers, welcher vermittelst einer Röhre von gegebener Weite aufgefangen wird, hinein hienge, worin sie sich von dem durchstreichenden Dampfe so lange aufwickelte, bis sie ferner unverändert stehen bliebe. Oder man könnte sie auch in den Dampf der sogenannten Windkugel bringen. Genug wenn nur eine bestimmte Menge Dünste die Darmsaite dergestalt angreift, daß sie nach Annahme des höchsten Grades der Feuchtigkeit sich nicht weiter aufwickelt und verändert, und daß nur dabey auf die Länge und Dicke, auch auf einerley Art der Darmsaite gesehen werde. Indessen, fährt er fort, wird alle Vorsicht und die schärfste Bemühung zur Berichtigung dieses Instruments nicht den gewünschten Endzweck erreichen, so lange noch die Darmsaite, als die Hauptsubstanz, beybehalten wird. Als daher der Göttingische Recensent bey Gelegenheit meiner hygrometrischen Observationen einwandte, die Unzuverlässigkeit der Darmsaite stehe noch immer der zu hoffenden Richtigkeit im Wege, so konnte ich nichts weiter antworten, als dieses: die Darmsaite sey zur Zeit noch die schicklichste Materie, woraus ein Hygrometer verfertigt werden könne. Aber die Einwendung bleibt allemal richtig, die Darmsaite wird schwerlich zur Angebung ein Paar fester und allgemeiner Punkte zu gebrauchen seyn. So viel Darmsaiten, so viel ver-

änderliche Geſchicklichkeit in Annehmung der Feuchtigkeit. Es kommen hier in Betrachtung: das Alter und Beſchaffenheit des Thiers, die Fettigkeit des Darms, das Gedärme ſelbſt, und die Art, wie die Saite verfertigt wird. Denn ich pflege, fährt er weiter fort, nicht eben darum die Saite in Salmiakgeiſt zu tränken, um ſie beweglicher zu machen, ſondern um ſie von der thieriſchen Fettigkeit, ſo viel möglich, zu befreyen. Indeſſen habe ich lange auf eine Materie gedacht, woraus das Hygrometer könnte verfertigt werden; und da bin ich endlich auf den Gedanken gekommen, man ſollte ſtatt der Darmſaite eine aus dem allerfeinſten Silberdrathe, deſſen ſich die Gold- und Silberſpinner zu ihren Arbeiten bedienen, gewundene Schnur erwählen. Es verſteht ſich, daß dieſer feinſte Silberdrath noch nicht müſſe geplattet ſeyn, und daß man verſuchen müſſe, wie viele Fäden deſſelben dieſe metalliſche Schnur bekommen müſſe, um unter gehöriger Dicke ſchickliche Wendungen zu machen. Denn ich ſtelle mir vor, die Feuchtigkeit werde auf eine ſolche Schnur ganz ähnliche, wenn gleich viel geringere Wirkungen, als auf die Darmſaiten und Hanffäden machen. Als ich dieſen Gedanken einem gelehrten und ſehr einſichtsvollen Freunde, Mitgliede der ſchleſiſchen ökonomiſchen Geſellſchaft in Breslau, mittheilte, erwiederte derſelbe, es ſchiene ihm, als ob bey der Wahl eines ſolchen Haarſilberdraths der Hauptumſtand nicht ſtatt fände, auf welchem doch Veränderungen der Hygrometer aus Saiten, Fäden, Papier, Schwamm u. d. gl. beruhen, nämlich die Zuſammenſetzung der feinſten Fäſerchen und die damit verbundene Lage der engſten Haarröhrchen, in welche die feuchten Dünſte ſteigen und ſie ausfüllen. Allein dagegen erinnere ich, ſagt er ferner, die Feuchtig-

tigkeit wirkt nicht dadurch auf unsere Hygrometer, daß sie sich in die eigentlichen Fäserchen der Saite oder der Hanffäden, sondern vielmehr in die durch die Zusammendrehung der Fäserchen entstehenden Haarröhrchen und Canäle setzt, und dadurch die solchergestalt in den Darmsaiten gewundenen Fasern aus einander und zum Aufwickeln bringt. Man kann nicht setzen, daß die Dünste in die Hölungen der Fibern einer Saite eindringen; denn das müßte durch die Enden einer Saite geschehen, und die sind gemeiniglich zugemacht oder doch auf andere Art verwahrt. Zu geschweigen, daß auch die Fasern insgesammt sehr eingetrocknet sind. Daher kann auch die Feuchtigkeit nicht sowohl durch die Wände oder Seitenflächen in die Darmsaite eindringen. Das Auf- und Zudrehen entsteht also daher, daß die unmerklichen Dämpfe in den Haarröhrchen sich zwischen die Fäden der Saite setzen. Und eben dieß kann auch in den aus dem feinsten Silberdrathe gewundenen Schnüren oder Strängen geschehen. Denn hier entstehen eben solche Haarröhren, als in den Darmsaiten und Hanffäden. Wenigstens ist dieß ein Vorschlag, den man weiter untersuchen, verändern und verbessern sollte.

Von den zweyen festen Punkten eines Hygrometers, bemerkt er weiter, habe ich auch schon bereits seit vielen Jahren geschrieben; und halte es für eine geringe Erfindung, wenn jemand hierin etwas sicheres zuwege gebracht hat, woraus er eben kein Geheimniß zu machen Ursache hätte. Der berühmte Hr. Brander zu Augspurg hat, um den festen Punkt der Trockenheit zu finden, eine Art von Trockenheitskasten erfunden, und bedient sich auch dazu des Weinsteinsalzes, welches letztere mir bloß zur Reinigung

der Darmſaite beyzutragen ſcheint. Ich halte dafür, die Natur müſſe hier eine Methode angeben, wie eine dazu präparirte Darmſaite auf einen beſtimmten Grad der Trockenheit zu bringen ſey. Der berühmte Herr Prof. Lambert hat ſich hierüber wohl die meiſte Mühe gegeben. Er hat aus dem hieſigen Tageregiſter der hygrometriſchen Obſervationen die Morgen-Obſervationen für jeden Monat genommen, daraus das Mittel gezogen, und ſolches mit dem Mittel von den gleichzeitigen Beobachtungen ſeiner und der Saganſchen Hygrometer verglichen, und ſolchergeſtalt die Wittenbergiſche Skale auf die ſeinige zu reduciren geſucht. Daraus hat ſich ergeben, daß das Null an ſeinem Hygrometer mit dem 150ſten Grad des Wittenbergiſchen, nämlich unter Null, und der 360ſte Grad an ſeinem Hygrometer mit dem 788ſten des hieſigen ſo ziemlich übereintrifft; ſo daß das Wittenbergiſche 150 + 788 = 938 Grad durchläuft, wenn das ſeinige 360 Grad zurücklegt, und daß demnach 13 Wittenbergiſche Grad mit 5 der ſeinigen übereinkommen. Er hat durch dieſe Vergleichung für den Winter von 1771—1772 gefunden, daß das hieſige Hygrometer durch das ganze Jahr mit dem ſeinigen zu Berlin und zu Sagan einen ganz ähnlichen Gang gehabt hat, beſonders mit dem Berlin'ſchen faſt Tag für Tag. Dieß iſt nun allerdings eine ganz neue Frucht der hygrometriſchen Beobachtungen, und zeigt ganz deutlich an, wie Lambert auch behauptet, daß die Feuchtigkeit der Luft ſich an entfernten Orten zugleich ändert: eine allerdings wichtige und in die ganze Landwirthſchaft höchſt einfließende Entdeckung, wodurch auch ſelbſt das Hygrometer in große Achtung kommen kann. Ferner hat Lambert wahrgenommen, daß die Größe und Geſchwindigkeit der Veränderungen bey den Darmſaiten

ten im geraden Verhältnisse ihrer Länge und im umgekehrten Verhältnisse ihrer Dicke stehen.

Lambert y) wendete nebst dem Mechanikus Brander zu Augsburg großen Fleiß auf die Verbesserung der Hygrometer. Insbesondere suchte er ein schon von Sturm angegebenes Hygrometer mit einer kurzen lothrecht stehenden Darmsaite dahin zu verbessern, daß der Zeiger desselben zugleich angeben sollte, um wie viel sich die in einem Cubikfuß Luft enthaltene Menge feuchter Dünste geändert habe.

Das Lambert'sche Hygrometer hatte folgende Einrichtung: auf 3 von Eisendrath gemachten Füßen ruht ein Zirkel von Pappe, in dessen Mitte die Darmsaite mit Siegellack befestigt ist. Um diese Saite geht ein Eisendrath, der wie eine Schraube gedreht ist, und einen Zirkel von Kartenpapier trägt, welcher in Stunden und Minuten oder Grade getheilt ist und in der Mitte ein Loch hat, durch welches die Saite hindurchgeht, und einen Zeiger von Holz trägt. Der schraubenförmige Drath dient dazu, daß die freye Luft zu der Saite kommen, und sie zugleich in einer geraden und vertikalen Richtung erhalten könne.

Lambert gebrauchte drey Hygrometer, welche auf die jetzt beschriebene Art verfertigt waren, und drey andere, bey welchen die Saite durch ein viereckt tes Käsichen, welches unten offen ist, durchgeht, so daß es scheint, als ob sie die Axe eines Uhrzeigers wäre. Bey diesen drey letztern war der Zirkel ebenfalls in Stunden eingetheilt, wie bey den Uhren, und

y) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Berlin. 1769. p. 68. sqq. an. 1772. p. 65. u. f.

und die Stunden waren wieder von 5 zu 5 Minuten getheilt.

Die Art und Weiſe, wie die Saiten gedreht waren, verurſachte, daß bey trockener Witterung die Nadel ſich nach der gewöhnlichen Ordnung der Stunde herumdreht, bey feuchter Witterung hingegen zurückgeht.

Die drey erſten Hygrometer waren in Grade eingetheilt, aber in umgekehrter Stellung, ſo daß ſie durch die aufſteigende Zahl die Grade der Feuchtigkeit oder das Zunehmen derſelben anzeigten. Die Darmſaiten waren von verſchiedener Dicke.

Um die Diameter der Saiten zu erforſchen, verfuhr Lambert auf dreyerley Weiſe. Zuerſt ſchnitt er von der dünnen Saite ein Stück ab, in der Länge von 3 Fuß oder 36 Zoll Par. Maaß, und fand das Gewicht davon 9½ Gran berl. Gewicht. Hierauf ſchnitt er auch ein 18 Zoll langes Stück von der dicken Saite ab, welches 12 Gran wog; die Länge von 36 Zoll würde daher 24 Gran gewogen haben. Wenn man nun vorausſetzt, daß das ſpecifiſche Gewicht der beyden Saiten gleich ſey, ſo folgt, daß ſich die Quadrate der Diameter verhalten, wie 2:5, folglich die Diameter ſelbſt, wie 11:7 oder genauer wie 19:12. Hierauf maß Lambert ſie mit einem Vergrößerungsglaſe und einer gläſernen Skale, ſo wie ſie Brander verfertigte. Auf dieſer Skale war die Linie eines Pariſer Fußes mit einer außerordentlichen Feinheit und Richtigkeit in 10 Theile getheilt. Vermittelſt derſelben fand er den Diameter der dicken Saite genau $\frac{6}{10}$ und den Diameter der dünnen $\frac{38}{100}$ Linie; das Verhältniß war alſo = 30:19 = 19:$12\frac{1}{30}$. Endlich nahm er ein Haar, welches in der

Dicke

Dicke kaum $\frac{1}{30}$ einer Linie hatte, aber $13\frac{1}{2}$ Zoll lang war, und bemerkte, daß dieses Haar, das er um die dicke Saite herumgewickelt hatte, die Länge von 85 Umgängen hatte, nachdem er solches aber um die dünne Saite gewickelt, die Länge von 135 Umgängen ausmachte. Dieses Verhältniß ist $27 : 17 = 19 : 11\frac{26}{27}$, und folglich von dem ersten sehr wenig verschieden, welches sogar das Mittel zwischen den beyden letztern Maaßen ist. Man kann also das Verhältniß der Diameter wie 19 : 12 annehmen. Das letztere Maaß giebt den Diameter der dicken Saite an = 0,607 Linie und den Diameter der dünnen = 0,383, welches nur um $\frac{1}{90}$ und um $\frac{1}{124}$ von dem Maaße abweicht, das vermittelst der Skale und des Vergrößerungsglases genommen worden war, so daß die dicke Saite betrachtet werden kann, als ob ihr Diameter $\frac{6}{10}$, und die dünne, als ob derselbe $\frac{38}{100}$ einer Linie wäre.

Uebrigens waren die Längen der Saiten folgende:

Hygrometer	Länge	Saite
A - - -	12 Lin.	dünne
B - - -	14 —	dicke
C - - -	23 —	dicke
D - - -	18 —	dünne
E - - -	18 —	dicke
F - - -	$33\frac{1}{2}$ —	dünne

Zur Prüfung und zur Vervollkommnung seiner Hygrometer stellte Lambert viele Versuche an. Vor allen Dingen war zu untersuchen, ob solche Hygrometer, deren Saiten eine verschiedene Länge und Dicke besitzen, einen gleichförmigen und mit der Theorie übereinstimmenden Gang haben. Daher wurden die drey

Hygrometer A, B, C an eine Mauer neben einander zwiſchen zwey Fenſtern, die gegen Mittag lagen, aufgehängt, ſo daß die Sonne nie darauf ſcheinen, und auch der Wind ſie niemals treffen konnte. Das Zimmer blieb ungeheizt und unbewohnt, nur von Zeit zu Zeit kam Lambert ſelbſt hinein, um die Beobachtungen anzuſtellen, hielt ſich jedoch nie lange darin auf. So ſtellte er vom 22ten Octob. bis zum 7ten Nov. 1768 Beobachtungen an. Lambert hat eine krumme Linie verzeichnet, und darauf den Gang der drey Hygrometer während dieſer Zeit getragen. Die Tage ſind auf der Linie der Abſciſſen angemerkt, und die Ordinaten zeigen die Winkel von 30 zu 30 Grad an. Aus dieſen krummen Linien ſieht man ſehr leicht, daß ſie eine Art von Parallelismus beobachten, da ſie ſich zu gleicher Zeit, und auf eine ſehr ähnliche Weiſe der Linie der Abſciſſen nähern und von derſelben entfernen.

Lambert wählte dieſe Jahrszeit zu ſeinen Beobachtungen deßwegen, weil bey Annäherung des Winters die Veränderungen der Feuchtigkeit ſehr beträchtlich und merklich ſind. Am 28ten Octob. und 4ten Novemb. öfnete er das Fenſter, um der feuchten äußern Luft einen freyen Zugang zu laſſen, die auch ſehr merklich war. Beſonders war dieß am 4ten Novemb. der Fall. Zwey Tage hernach wurde alles wieder ganz trocken, und die Hygrometer giengen beynahe zuſehends fort bis zu den äußerſten Grad der Trockenheit, da es ſehr heiteres Wetter war. Die Veränderung an den Hygrometern ſelbſt war in Graden ausgedruckt:

A,

A, B, C
$167\frac{1}{2}$, 126, $192\frac{1}{2}$

die Länge der Saiten durch ihre Diameter dividirt geben die Zahlen

1,00, 0,74, 1,21,

welche wenigstens ohngefähr in dem Verhältnisse mit den beobachteten Veränderungen stehen sollen. Nun hat man

$167\frac{1}{2} : 100 = 126 : 75\frac{1}{4}$

welches ziemlich genau mit 0,74 übereinstimmt. Ferner ist

$167\frac{1}{2} : 100 = 192\frac{1}{2} : 115$

welches von 121 noch mehr abweicht. Allein diese Verschiedenheit konnte von mancherley Umständen herrühren, die Lambert nicht genau genug bemerken konnte. Inzwischen bestätigen diese Beobachtungen hinreichend, daß die Dicke der Saiten sie in der That weniger empfindlich mache.

Lambert mußte aber mit seinen Hygrometern noch andere Untersuchungen anstellen, um die Gesetze ihrer Veränderungen kennen zu lernen. Es ist klar, daß es hier auf eine vollkommene Trockenheit und auf eine vollkommene Feuchtigkeit, oder solche, die doch wenigstens leicht zu erkennen wären, ankam. In Ansehung der vollkommenen Trockenheit ist es wohl nicht zu bezweifeln, daß solche unter der Glocke einer Luftpumpe gefunden werde, wenn man unter derselben die Luft zu verschiedenen malen hinwegnimmt. Es war aber die Frage, wenn man das Hygrometer vorsetzlich feucht gemacht habe, und nachher unter die Glocke der Luftpumpe setze, ob die Ausleerung der Luft an selbigem eine merkliche Wirkung hervorbringen würde? Allein nach den Versuchen, welche Gerhard auf Lambert's Ansuchen damit gemacht hat, zeigte

das Hygrometer, auch einige Tage hindurch, gar keine Veränderung, ſo daß alſo hierdurch nichts zu erhalten war. Lambert nahm daher ein beynahe ganz cylindriſches Glas, deſſen Höhe 38, Diameter des Bodens 26, Diameter der Mündung 32, und Volumen $14\frac{1}{2}$ Zoll war. In dieſes Glas goß er Waſſer, damit es ohngefähr einen halben Zoll hoch ſtand, und ſtellte das Hygrometer D hinein. Hierauf bedeckte er das Glas mit einem Planglaſe von demſelben Durchmeſſer, und verklebte es rings herum mit weichem Wachſe, damit die äußere Luft nicht eindringen möchte. Er verfuhr hiemit deßwegen ſo, weil er aus andern Beobachtungen wußte, daß das Waſſer beſtändig auszudünſten fortfährt, wenn es ſich auch in einer wohl verſtopften Flaſche befindet.

Der Erfolg ſtimmte auch mit ſeiner Erwartung vollkommen überein; es fieng nämlich das Hygrometer an, ſich ganz merklich auf die Grade der Feuchtigkeit hinzudrehen, welches auch ſchon vom erſten Augenblick an geſchah. Hieraus ließ ſich demnach ſchlieſſen, daß die Luft in dem Glaſe von dem erſten Augenblick an ſchon mit Dünſten angefüllt worden ſey. Dieſen Verſuch ſtellte Lambert im Jahr 1768 am 7ten Novemb., bald, nachdem der Ofen im Zimmer geheizt worden war, an. Das Thermometer veränderte ſich bis Nachmittag von 11 bis zu 14 Grad über tempere. Die Beobachtungen aber ergaben, daß die Bewegung des Hygrometers nach und nach langſamer wurde. Denn in 1440 Minuten oder in 24 Stunden kam es kaum doppelt ſo weit fort, als es in 212 Minuten oder in $3\frac{1}{2}$ Stunden gekommen war. Er wiederholte dieſen Verſuch mit demſelben Glaſe und dem nämlichen Hygrometer am 10ten und 13ten Novem-

vember, und darauf stellte er ihn auch mit dem Hygrometer E an, um die Geschwindigkeit ihres Ganges zu vergleichen. Die Beobachtungen, welche er mit dem Hygrometer D machte, zeigten, daß der Gang desselben hier ungefähr um $\frac{1}{13}$ oder $\frac{1}{14}$ langsamer gewesen war. Lambert schreibt dieses der Wärme zu, welche vielleicht hier ein wenig größer war, indem er schon vorher bey andern Versuchen wahrgenommen hatte, daß die Wärme die Befeuchtung des Hygrometers vermindere. Der Gang des Hygrometers E war noch langsamer, als der des vorigen. Lambert wiederholte am 8ten November diesen Versuch, und fieng Nachmittags um 3 Uhr 47 Minuten an, da dieses Hygrometer auf 36 Grad stand. Da das Zimmer nur des Morgens geheizt und Nachmittags wieder kalt geworden war, so ward der Gang des Hygrometers anfänglich beschleunigt. Als aber diese Beobachtung bis den andern Tag fortdauerte, so fand er, daß das Heizen des Zimmers den Gang desselben wieder langsamer machte.

Lambert hatte diese Versuche gemacht, um beobachten zu können, wie sich das Hygrometer in einer Luft verhalte, die so stark als möglich mit Dünsten angefüllt war, und sie mußte auch wohl Dünste genug enthalten, weil sich solche an das Glas zu hängen anfiengen. Daher wollte er noch sehen, ob eben dasselbe Hygrometer in einer Zeit, z. B. 24 Stunden, eine gleiche Anzahl von Graden durchlaufen würde. Diese Beobachtungen zeigen, daß dieses beynahe bis auf $\frac{1}{15}$ Theile zutreffe.

Nun wollte Lambert noch sehen, wie weit sich das Hygrometer herumdrehen würde, wenn er es etliche Tage hinter einander in dem Glase stehen ließ.

Er

Er that dieſes am 19ten Jan. 1769 mit eben demſelben Hygrometer D, das damals auf 310 Grad ſtand, ſo daß folglich die Luft in dem Zimmer noch trockener war, als bey den obigen Verſuchen. Der Anfang dieſer Beobachtung war des Morgens um 9 Uhr 16 Minuten. Bey dieſem Verſuche gieng das Hygrometer in 24 Stunden ohngefähr 500 Grade herum. Und da am folgenden Tage die Feuchtigkeit weniger Macht auf ſelbiges hatte, ſo wurde die Veränderung der Wärme noch merklicher dabey. Denn von 9 oder 10 Uhr an bis gegen Mittag veränderte ſich das Hygrometer nicht mehr, oder gieng wohl gar zurück. Der Gang am andern Tage war nur ohngefähr 200 Grade, und am dritten Tage nur 45, welches auch die folgenden Tage geſchah.

Am 24ten Jan. früh um $8\frac{1}{2}$ Uhr öfnete er das Glas, um das Hygrometer wieder in die freye Luft zu ſetzen; die Saite war ſo feucht, daß ſie beynahe alle ihre Elaſticität verloren hatte.

Lambert wollte aber noch eine Veränderung mit dem Glaſe vornehmen; daher goß er am 25ten Jan. 1769 ein wenig Waſſer in ein Glas, ſetzte in daſſelbe das Hygrometer D, und verklebte die Oeffnung des Glaſes mit einem Deckel. Früh um 9 Uhr 33 Minut. fieng er an, den Gang des Hygrometers zu beobachten, der damals auf dem 194ſten Grad ſtand, und folglich eine große Trockenheit anzeigte.

Als Lambert am 9ten Nov. 1768 das Hygrometer an die freye Luft brachte, um ſeine Saite trocknen zu laſſen, oder um ſie wieder in Freyheit zu ſetzen, damit ſie ſich in ihren natürlichen oder den der freyen Luft gemäßen Zuſtand begeben könnte, ſo ſtand die Nadel um 12 Uhr 34 Minuten Nachmitt.

auf

auf den 172ten Grad, und gieng zurück, bis ohngefähr auf fünf Grad, in seinen vorigen Zustand, in welchem es am 8ten Nov. gewesen war, ehe Lambert es in das Glas gesetzt hatte. Da er aber das Hygrometer vom 10ten November bis zum 13ten in dem Glase gelassen hatte, so sahe er, daß es von dem 41sten Grad an bis zum 29sten zwey völlige Umgänge gemacht hatte. Er setzte es daher um 8 Uhr 15 Minut. an die Luft, um seinen Gang, den es rückwärts machte, zu beobachten. Diese Beobachtungen ergaben, daß hier der Gang im Anfange viel langsamer war, als beym vorhergehenden Versuche, und daß er nach 47 Minuten schneller zu werden anfieng. Es schien daher, als ob die Saite erst bis auf einen gewissen Grad trocken werden müßte, ehe sie den Grad der Elasticität erhalten könne, der erfordert wird, wenn sie sich sehr geschwind drehen soll. Und da hernach, so wie sie immer trockner wird, ihre Bewegung langsamer wird, so erhellt, daß mehr Kraft dazu gehöre, wenn sie sich noch mehr drehen soll, weil sie sich, je trockener sie wird, wieder in den Zustand versetzt, in welchen sie der Saitenmacher bey ihrem Drehen gebracht hatte.

Eben dieses beobachtete er noch einmal am 24sten Jan. 1769, nachdem er das Hygrometer aus dem Glase genommen hatte, in welchem es 5 Tage lang gewesen war. Der Anfang der Beobachtung geschah um $8\frac{1}{2}$ Uhr, und die Nadel stand auf 140 Grad, nachdem sie ungefähr $2\frac{1}{3}$ Umgänge im Glase gemacht hatte. Die Nadel gieng nunmehr wieder rückwärts, und da bey diesem Versuche die Saite noch mehr Feuchtigkeit eingesogen hatte, so war anfänglich auch der Gang derselben langsamer, ob sie gleich in einer

wohl

wohl um 100 Grad trockenern Luft abtrocknete. Allein hernach verdoppelte ſie auch ihre Geſchwindigkeit, und Lambert ſah mit Verwunderung, daß ſie um 474 Grade fortgeruckt war, und ſich völlig in den Zuſtand geſetzt hatte, der mit dem Grade der Trockenheit der Luft übereinſtimmte.

Aus dieſen Beobachtungen machte Lambert den Schluß, daß, wenn die Feuchtigkeit der Luft ſich ſchnell und ſtark verändert, die Hygrometer dieſe Veränderung durch eine ſehr bemerkbare Bewegung anzeigen, daß aber dieſe Bewegung langſamer und unmerklicher werde, wenn die Feuchtigkeit ſich nur um einige Grade verändert. Es kann daher geſchehen, daß, wenn die Veränderungen der Luft ſchnell und häufig ſind, das Hygrometer die neuere Veränderung anzeigt, ehe es ſich völlig nach der vorher gegangenen gerichtet hat.

Bey den Beobachtungen des Hygrometers in dem Glaſe war es nicht möglich, die Feuchtigkeit mit in Anſchlag zu bringen, die durch die Ausdünſtung des Waſſers, welches den Boden des Glaſes bedeckte, verurſacht worden war, und es iſt begreiflich, daß man dieſe Oberfläche vermindern mußte, um die Ausdünſtung derſelben kleiner und geringer zu machen. Dieß verrichtete er auf folgende Art:

Er nahm am 15ten Nov. 1768 ein Thermometerglas, deſſen Kugel $10\frac{1}{3}$ Linien hatte; die Länge der Röhre war 4 Zoll und $7\frac{1}{2}$ Linien, ihr inwendiger Diameter aber hatte $1\frac{1}{2}$ Linie. Er füllte ſie mit Waſſer an, bis zu der Oeffnung der Röhre, und ſetzte ſie in das Glas, nachdem er die Röhre in Linien getheilt hatte, um durch das Glas ſehen zu können, wie weit die Oberfläche des Waſſers herabſinken würde.

Auch

Auch stellte er noch in das Glas das Hygrometer F, bedeckte es mit einem runden Planglase von demselben Durchmesser, und verklebte die Fugen mit weich gemachtem Wachse, damit die Luft in dem Glase mit der äußern Luft keine Gemeinschaft hätte. Hierauf beobachtete er sowohl die Senkung der Oberfläche des Wassers in der Röhre, als den Gang des Hygrometers. Und weil das Wasser in der Röhre um etwas weniges höher steigen oder tiefer stehen konnte, wegen der Veränderungen der Wärme, so bemerkte er die Höhe des Morgens, ehe das Zimmer geheizt wurde, weil alsdenn das Thermometer in demselben zwischen 9 und 10 Grad stand. Aus diesem Versuche lernte Lambert, daß er in das Glas eine Röhre von einem größern Durchmesser setzen könnte, und er that dieß auch am 13ten Dec. um 1 Uhr 5 Minut. Nachmittags. Diese Zwischenzeit hatte er nöthig, um das Hygrometer wieder in die Luft zu setzen, damit die Nadel wieder auf den Grad zurückkommen möchte, der mit der Feuchtigkeit der äußern Luft übereinstimmte. Er füllte daher eine Phiole, die einem Thermometerglase vollkommen ähnlich war, mit Wasser an. Der Diameter der Kugel war $14\frac{1}{2}$, der innere Diameter des Cylinders oder der Röhre gerade 3 Linien, und die Länge der Röhre hielt $37\frac{1}{2}$ Linien. Die Röhre war bis oben angefüllt, und eine Skale, in Linien abgetheilt, wurde darauf geklebt. Hierauf setzte er diese Phiole und das Hygrometer in dasselbe Glas, bedeckte es, und verstopfte die Fugen wohl mit Wachs.

Alle diese Beobachtungen setzten Lambert'en in den Stand, den Grad der Feuchtigkeit zu schätzen, welchen die Luft in dem Glase bey jeder Ausdünstung

mehr hatte. Denn das Volumen der im Glaſe enthaltenen Luft iſt gegeben = 39 Cubikzoll. Da nun der innere Diameter der Röhre genau 3 Linien hatte, ſo darf man nur ausrechnen, wie viel Cubiklinien ein Cylinder enthalte, deſſen Durchmeſſer 3 Linien und deſſen Höhe 1 Linie ausmacht. Dieß giebt $7\frac{3}{29}$ Linien. Man kann aber, ohne einen beträchtlichen Irrthum zu begehen, die gerade Zahl von 7 Linien annehmen. Setzt man alſo, da die Röhre, die Kugel und das Hygrometer Einen Cubikfuß Raum einnahmen, das Volumen der im Glaſe eingeſchloſſenen Luft = 38 Zoll, und dividirt dieſe Zahl mit 7, ſo erhält man $5\frac{3}{7}$ Zoll = 9380 Cubiklinien, ſo daß alſo das Volumen der Luft 9380 mal größer iſt, als der Cylinder, deſſen Durchmeſſer 3 Linien hat, und der 1 Linie hoch iſt. Da aber das Waſſer 840 mal ſchwerer iſt, als die Luft, ſo iſt offenbar, wenn man das Gewicht vergleichen will, daß man die Zahl 9380 durch 840 dividiren müſſe, wodurch man $\frac{67}{6}$ erhält; folglich vermehrte eine jede Linie Waſſer, welche bey dem zweyten Verſuch ausdünſtete, das ſpecifiſche Gewicht der Luft um $\frac{6}{67}$. Oder wenn man auch das Gewicht der Luft vor der Ausdünſtung gleich 67 annimmt, ſo wurde es bey einer jeden Linie Waſſers, welches aus der Röhre ausdunſtete, um 6 vermehrt. Da nun ein Cubikfuß Luft ohngefähr $\frac{1}{12}$ Pfund oder 640 Grän ſchwer iſt, ſo muß man $57\frac{1}{3}$ oder überhaupt 57 Gran Vermehrung rechnen für eine jede Linie Waſſers, die aus der Röhre ausdunſtete.

Die 6 Linien Waſſer, welche in dem letzten Verſuche ausdunſteten, trieben die Nadel des Hygrometers F 610 Grad herum; hieraus folgte, daß das

Hygro-

Hygrometer A nur 220 Grad gemacht hatte. Denn wenn die Saiten von einerley Dicke sind, so erfolgen ihre Bewegungen nach dem Verhältnisse ihrer Längen. Nun ist aber

$$33\frac{1}{2} : 12 = 610 : 219,$$

oder die gerade Zahl 220 Grad. Diese Veränderung des Hygrometers A ist in der freyen Luft leicht möglich; hieraus folgt also, daß die Feuchtigkeit der Atmosphäre eben so veränderlich seyn kann, als die Feuchtigkeit der eingesperrten Luft in dem Glase. Ein Cubikfuß dieser Luft wird bey jeder Linie Ausdünstung 57 Gran schwerer. Addirt man nun diese zu 640 Gran, so erhält man für einen Cubikfuß sehr feuchter Luft das Gewicht von 697 Gran.

Um sich davon zu überzeugen nahm Lambert einen kleinen Schwamm, der nur 38 Gran Berliner Gewicht wog. Er tauchte denselben ins Wasser, und nachdem er hierauf das Wasser wieder ausgedruckt hatte, fand er ihn 93 Gran schwerer, so daß er also 55 Gran Feuchtigkeit mehr hatte, als da er trocken war. Dieß geschah am 19ten Octob. 1768 um $3\frac{1}{2}$ Uhr Nachmitt. Er hängte ihn an eine Wage, damit er die allmählige Verminderung dieser 55 Gran Wasser messen könnte, und fand, daß derselbe nach einer Zeit von 16 Stunden noch 9 Gran Feuchtigkeit hatte.

Am 20ten Octob. 1768 um 7 Uhr des Morgens nahm Lambert einen andern Schwamm, welcher trocken 51 Gran, und nachdem er ihn angefeuchtet hatte, 138 Gran wog, so daß sich 87 Gran Wasser darin befanden. Als er ihn trocknete, verlor er diese 87 Gran; hiezu wurde aber eine Zeit von 2 Ta-

gen erfordert, bis dieſer Schwamm alle Feuchtigkeit verlor, die er an ſich gezogen hatte.

Am 22ten Octob. 1768 um 8 Uhr des Morgens band er dieſe zwey Schwämme zuſammen, welche 138 Gran Waſſer einſogen. Binnen einer Zeit von 4 Tagen war dieſer Schwamm noch nicht völlig trocken.

Das Trocknen muß bey der äußern Oberfläche anfangen, und die äußerſten Theile des Schwamms werden daher ſchon trocken ſeyn, wenn die innern Theile noch ſehr feucht und naß ſind. Nimmt man anſtatt des feuchten Schwammes eine Waſſerkugel an, welche der freyen Luft ausgeſetzt iſt; ſo muß, nach dem Geſetze der Oberflächen, der Diameter abnehmen in einem einfachen und geraden Verhältniſſe der Zeit. Denn die Schwere der Kugel verhält ſich wie der Würfel des Durchmeſſers; folglich vermindert ſich die Schwere in einem kubiſchen Verhältniſſe mit der Zeit, welche die Luft noch nöthig hat, um die Ausdünſtung zu vollenden.

Wenn daher die Austrocknung des Schwammes dieſer Regel folgte, ſo würde die Cubikwurzel der Feuchtigkeit in dem einfachen Verhältniſſe der Zeit abnehmen. Da aber der Zugang der Luft zu den innern Theilen des Schwammes nicht ſo frey iſt; ſo muß auch der Schwamm etwas langſamer trocknen, welches auch die Verſuche zeigten.

Nachdem Lambert durch viele Beobachtungen, welche er einige Jahre hindurch anſtellte, ſich überzeugt hatte, wie lang man die Darmſaiten nehmen müſſe, damit ſie von der größten Feuchtigkeit bis zu der größten Trockenheit der Luft nur Einen Umlauf

machten, so fieng er im Jahr 1771 an, drey übereinstimmende Hygrometer von der Saite zu verfertigen, welche oben die dünne Saite genannt wurde, und welche 0,38 Linien im Durchmesser hatte. Der Kürze wegen sollen sie durch G, H, I ausgedruckt werden. Diese ließ er einige Monate lang neben einander stehen und bemerkte, daß sie beständig einerley Gang behielten.

Im März 1771 schickte er das Hygrometer G dem Prälaten von Felbinger, welcher schon ein Hygrometer vom Herrn Titius zu Wittenberg erhalten hatte, dessen Saite von dem feuchtesten bis zum trockensten Punkte vier Umläufe oder Umgänge machen sollte. Er stellte daher sogleich eine Vergleichung seines Ganges mit dem Gange des Lambert'schen an. Beyde Hygrometer stimmten auch wirklich mit einander überein. Das Hygrometer von Titius hatte eine Spirallinie, deren vier Umgänge in 360 Grade getheilt waren. Damit man sich aber in den Umgängen nicht irren möchte, so hatte Titius an den beyden Enden einen Faden angebunden, der sich von der Saite abwickelte, wenn die Nadel sich vorwärts drehete. Weil aber Lambert's Hygrometer nur einen einzigen Umgang machte, so hat es auch nur Einen Zirkel, welcher in 360 Grad eingetheilt ist. Bey beyden Hygrometern bezeichnet die 0 der Eintheilung die größte Feuchtigkeit, der 180ste Grad zeigt die mittlere Feuchtigkeit an, und die größte Trockenheit der Luft geht bis zum 360sten Grad. Diese beyden Hygrometer stimmten ganz gut mit einander überein, bis ohngefähr auf einige Grade, um welche bald das eine bald das andere vorwärts war.

Am 20ten Novemb. 1771 ſtellte Lambert mit von Felbinger vergleichende Beobachtungen an. Er ſtellte das Hygrometer I in ein Zimmer, welches er nicht heizen ließ; das andere H aber ließ er in dem Zimmer, wo er ſich beſtändig aufhielt, und welches alle Morgen geheizt wurde. Die erſten Beobachtungen zeigten ſogleich, daß die Veränderungen der Feuchtigkeit in Sagan und Berlin ſehr gleichförmig waren. Er ſuchte hauptſächlich diejenigen Grade mit einander zu vergleichen, welche des Morgens beobachtet wurden, weil dieſe gleichſam das Reſultat der täglichen Veränderungen ſind, die beſonders durch die Wirkung der Sonne bey ſchönem Wetter und durch die des Nachts aufſteigenden Dünſte verurſacht werden. Lambert theilt über dieſe Beobachtungen drey Tabellen mit, wovon die eine die Grade des Hygrometers I enthält, welches er in das ungeheizte Zimmer geſtellt hatte. Die zweyte zeigt die Grade des Hygrometers H an, das er in das warme Zimmer, worin er ſich beſtändig aufhielt, geſtellt hatte. Die dritte Tabelle aber enthält Beobachtungen, die mit dem Hygrometer, das er dem Herrn von Felbinger geſchickt hatte, in Sagan gemacht worden ſind. Man ſieht daraus, daß die gänzliche Veränderung dieſer Hygrometer ſehr verſchieden iſt. Denn ſie war für das Hygrometer

I von 21 Grad bis zu 289
H von 191 — — — 268
G von 70 — — — 280

alſo hatte das Hygrometer I eine Veränderung von 268, das Hygrometer H von 77 und das Hygrometer G von 210 Grad.

Diese Verschiedenheit muß vorzüglich den Umständen zugeschrieben werden, in welchen diese Hygrometer sich befanden. Das Hygrometer I war gleichsam unmittelbar der äußern Luft ausgesetzt; das Zimmer wurde im Winter nicht geheizt, auch war fast immer ein Fenster offen, und niemand kam hinein, außer Lambert, wenn er die Grade des Hygrometers beobachten wollte. Mit dem Hygrometer H hingegen verhielt es sich ganz anders. Das Zimmer wurde den ganzen Tag hindurch geheizt, die Fenster waren alsdann verschlossen, und im Sommer wurde nur ein einziges offen gelassen. Alles dieß mußte das Hygrometer H nothwendig mehr über, als unter den Grad der mittleren Trockenheit erhalten. Daher konnte auch dieses Hygrometer, da es besonders in den Wintermonaten an den Veränderungen der äußern Luft nur sehr geringen Antheil nahm, nichts anders, als nur gleichsam die Spuren dieser Veränderungen anzeigen. Das Hygrometer G von Sagan hielt ohngefähr das Mittel zwischen den Hygrometern I und H, und befand sich in einem Gange, auf welchem die eine oder die andere Thür fast allezeit offen stand.

Der Gang des Hygrometers I in Berlin und des Hygrometers G in Sagan war bis auf 2 oder 3 Grad in den zehn letzten Tagen des Novemb. 1771 vollkommen gleich. Nach diesem drehte sich das Hygrometer in Berlin um ein beträchtliches weiter gegen die Feuchtigkeit hin, als das Hygrometer in Sagan. Dieß dauerte bis zu Ende des Märzes fort, wo alsdann das Berlin'sche Hygrometer anfieng, fast immer mehr auf dem Trocknen zu stehen, als das Sagan'sche. Gegen den September hin fiengen sie wieder an, sich einander zu nähern, so daß bald das eine bald das

andere auf dem Trocknen ſtand. Im Novemb. fieng das Berlin'ſche Hygrometer wieder an, ſich beſtändig auf dem Feuchten zu erhalten, wie es im vergangenen Winter vom 10ten Dec. 1771 bis gegen den 1. April 1772 geſchehen war.

Dieſe Verſchiedenheiten zwiſchen den Hygrometern in Sagan und Berlin hinderten doch nicht, daß ihre beſondern Veränderungen ſehr gleichförmig waren, nur einige Ungleichheiten ausgenommen, wo dieſe Hygrometer aus zufälligen Urſachen eine einander entgegengeſetzte Veränderung machten, oder einander um einen oder zwey Tage zuvor kamen.

Auch ſieht man noch, daß die Urſache, welche gegen das Ende des Februars in Berlin die Luft auſſerordentlich feucht gemacht hatte, nur einen ſehr geringen Einfluß auf das Hygrometer in Sagan gehabt hatte. Es war dieß ein Südwind, der einen ſtarken Regen und eine feuchte Witterung zur Folge hatte; es ſcheint aber, daß dieſer Wind zu Sagan viel geringer geherrſcht habe.

Da die hygrometriſchen Veränderungen in Berlin und Schleſien ſehr ähnlich waren, ſo zweifelte Lambert nicht, daß ſie ſolches auch in einem weitern Strich Landes ſeyn würden. Er verglich daher ſeine Beobachtungen in Berlin mit denen des Herrn Maſchenbauer in Augſpurg; dieſer fand ſeine Hygrometer auf dem trockenſten Grad am 28ten Juni 1772, in Berlin aber geſchah dieß erſt am 29ten Nachmittags, wo das Hygrometer den 291ten Grad anzeigte. Es erfolgte alſo in Berlin die Trockenheit einen Tag ſpäter als in Augſpurg. In Sagan hatte das Hygrometer den trockenſten Grad am 20ten Juni,

Juni, am 28 und 29ten aber einen weniger trocknen angezeigt.

Die größte Feuchtigkeit wurde zu Augspurg am 13ten Septemb. 1771 bemerkt, in Berlin war am 12ten Dec. Abends ebenfalls eine sehr starke Feuchtigkeit, und das Hygrometer stand auf den 74ten Grad, aber diese Feuchtigkeit wurde noch von derjenigen übertroffen, die am 29ten Febr. 1772 einfiel, wo das Hygrometer I auf dem 21sten Grad unter der Null sich befand. Demungeachtet kann die Feuchtigkeit vom 12ten Dec. in Berlin immer mit der Feuchtigkeit vom 13ten Dec. in Augspurg für gleichlaufend angesehen werden; so daß man in dieser Absicht sagen kann, daß sie in Berlin um einen ganzen Tag früher erschienen sey, da im Gegentheil in Augspurg die größte Trockenheit um einen ganzen Tag früher eingefallen war. Die Lage dieser beyden Städte, sowohl in Ansehung des Meeres als in Ansehung der Winde, macht, daß bey allen diesen Umständen alles sehr natürlich zugeht.

John Smeaton [z]) gab sich Mühe, das Hygrometer aus hanfenen Schnüren zu verbessern, und ihm feste Punkte zu geben. Eine 35 Zoll lange und $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Zoll dicke Schnur, die man vorher in Salzwasser gesotten, gedehnt und eine Woche lang durch Gewichte von 1 bis 2 Pfund gespannt hatte, wird oben an einem Gegenwirbel befestigt, und endigt sich unten an einem messingenen Drathe, der das Ende eines mit $\frac{1}{2}$ Pfund Gegengewicht beschwerten Zei-

z) Description of a new Hygrometer in den Philos. Transact. Vol. LXI. for the year 1771. P. I. n. 24. p. 198. sqq.

Zeigers dreht. Dieſer Zeiger iſt 12 Zoll lang, und weißt auf einen Gradbogen, welcher eine Theilung von 0 bis 100 hat. An einem trocknen Tage wird die wohl ausgetrocknete Schnur an ein mäßiges Feuer geſtellt, und mit dem Wirbel ſo aufgewunden, daß der Zeiger auf 0 ſteht. Dann wird ſie mit warmem Waſſer ſo lange angefeuchtet, bis ſie dadurch weiter keine Verkürzung erleidet; worauf man dann den Gradbogen ſo weit näher oder weiter rückt, daß der Zeiger in dieſer Lage den Punkt 100 trifft. — Dieſe Beſtimmung der feſten Punkte iſt aber äußerſt unſicher, und daher für genaue Hygrometer unbrauchbar. —

Der merkwürdige Durchgang der Venus durch die Sonnenſcheibe im Jahr 1769 gab Veranlaſſung, daß die Ruſſiſche Kaiſerin Catharina II. verſchiedene Gelehrte in verſchiedene Provinzen ihres Reichs verſchickte, theils um Beobachtungen an dieſer himmliſchen Begebenheit anzuſtellen, theils aber auch, um die geographiſche Lage mehrerer Oerter zu beſtimmen. Unter dieſen Gelehrten befand ſich auch Lowitz, deſſen Beſtimmungsörter folgende waren: Gurief, eine kleine Feſtung an der Mündung des Ural-Fluſſes in das Caſpiſche Meer, woſelbſt er den Vorbeygang der Venus vor der Sonne beobachtete, alsdann Aſtrachan, Kislär, Moſtock in Circaſſien, Zarizin, Saratof und Dmitrieſsk. Er hatte ſeinen Sohn Tobias a) auf dieſer Reiſe von St. Petersburg mitgenommen, welcher beſonders ein großes Vergnügen an Naturalien fand. Als er nun zur Zeit ſeines Aufenthalts in Dmitrieſsk an einem warmen Sommertage 1772 die am Ufer der Wolga befindlichen

a) Göttingiſches Magazin der Wiſſenſch. und Litteratur. Jahrg. III. St. 4. Num. 2.

chen Steine durchsuchte, fand er daselbst eine Menge dünner blaulichter Schieferſteine, die er aber wegen ihrer Menge, und da er sie für einen bloßen Thonschiefer hielt, anfänglich nicht achtete. Indem er sich also nach andern Dingen umsah, nahm er von ohngefähr ein dünnes Blättchen von diesem Schiefer in den Mund zwischen die Lippen; aber als er es wenige Minuten darauf wieder wegwerfen wollte, war es so fest an die Lippen geklebt, daß er nicht nur den Mund nicht öffnen konnte, sondern auch, da er es unvorsichtigerweise gewaltsam losriß, die Haut der Lippen nebst vielem Blute an selbigem hängen geblieben war, welches ihm einen heftigen Schmerz verursachte.

Dieser Umstand machte ihn aufmerksamer, und er bemerkte, daß diese Steinart mit großer Begierde Wasser einsauge, indem, da er ein solches Blättchen in den Fluß hielt und sogleich wieder herausnahm, das an seiner Oberfläche hangen gebliebene Wasser sehr geschwind verschwand. Nachdem er hierüber mehr nachdachte, kam er auf den Gedanken, ob diese Steine nicht eben so gut die Feuchtigkeit aus der Luft anziehen sollten, und daher eine hygroskopische Substanz abgeben könnten. Um sich hievon zu überzeugen, stellte er nach der Anweisung seines Vaters folgende Versuche an:

Er befestigte nahe am Fenster eine Goldwage, an deren einem Ende er einen solchen Stein hieng, und brachte sie durch Gegengewicht ins Gleichgewicht, welches des Morgens früh geschah; in weniger als einer Viertelstunde bemerkte man schon eine Abnahme am Gewichte des Steins. Dieses Abnehmen dauerte bis Nachmittags fort, und betrug ohngefähr 10 Gran;

hierauf nahm der Stein gegen Abend an Schwere wieder zu. Dieſer Erfolg gewährte ihm ſo viel Vergnügen, daß er, um dieſe Beobachtungen genauer fortzuſetzen, zwey viereckte Täfelchen von dieſen Steinen von gleicher Größe und Dicke verfertigte, welche er dann alle Stunden wog, und er fand, daß ſie in ihrer Zu- und Abnahme an Gewicht allezeit mit einander übereinſtimmten; zugleich machte er auch ſtatt des Gewichts kleine Häkchen aus Drath von 1, 2, 4, 5 bis 10 und mehreren Granen, die er bey jedesmaligem Wägen, ohne dabey die Wage in ſtarke Bewegung zu ſetzen, bequemer an einander hängen oder wegnehmen konnte, nachdem die Steine ſchwerer oder leichter wurden.

Eins von ihnen legte er ins Waſſer, um zu erfahren, wie viel daſſelbe in ſich ziehe. Das eindringende Waſſer trieb alſobald eine Menge Luft heraus, die die ganze Oberfläche des Täfelchens in Geſtalt kleiner Bläschen überzog. Damit es Zeit hätte, ſich vollkommen zu ſättigen, ließ er es über Nacht im Waſſer liegen, worauf er ſolches herausnahm, von außen mit einem Tuche abtrocknete, und wieder an die Wage hieng, da es dann 253 Gran ſchwer war; ehe es aber ins Waſſer gelegt war, wog es nur 109 Gran. Dieſes eingeſogene Waſſer ließ es ſo geſchwind wieder fahren, daß es nach wenigen Stunden mit dem andern Täfelchen, welches nicht ins Waſſer gelegt war, wieder übereinſtimmte.

Dieſe Entdeckung bewog ſeinen Vater, weitere Verſuche mit dieſen Steinen zu unternehmen. Er legte ein Täfelchen dieſes Geſteins, um das ſpecifiſche Gewicht deſſelben, d. i. im höchſten Grade der Trokkenheit, zu erfahren, behutſam in ein Kohlenfeuer,

und

und erhitzte es bis zum Glühen, um gewiß zu seyn, daß alle darin befindliche Feuchtigkeit durch die Gewalt des Feuers herausgetrieben sey. Hierauf brachte er solches in voller Hitze wieder an die Wage, da es dann 175 Gran wog, welches nun das specifische Gewicht des Täfelchens ausmachte. Beym Erkalten nahm es auch gleich wieder an Gewicht zu, indem es die Feuchtigkeit aus der Luft anzog.

Um sich nun zu überzeugen, ob es nach ausgestandener Gewalt des Feuers noch eben so viel Wasser als zuvor einzöge, ward es nochmals ins Wasser gelegt, und nach völliger Sättigung wog es 247 Gran, also 6 Gran weniger, als das erste mal. Dieser Abgang ward auch in der Folge bey allen andern Täfelchen bemerkt, und scheint vom Verluste gewisser Theilchen des Steins selbst, die im Feuer zerstörbar sind, herzurühren. Die größte Menge Feuchtigkeit, welches dieses Täfelchen verschlucken konnte, war also 72 Gran. Wenn man daher von dem jedesmal untersuchten Gewichte des in der freyen Luft hängenden Steins das eigenthümliche Gewicht desselben, das man durch das Glühen gefunden hat, abzieht, so zeigt der Rest die Menge der im Steine befindlichen Feuchtigkeit an, welche dann allezeit nach Beschaffenheit einer trocknen oder feuchtern Luft auch verhältnißmäßig weniger oder mehr beträgt.

Hieraus folgt, daß dieser Art Hygrometer ein hoher Grad der Vollkommenheit eigen ist, indem man an ihnen zwey bestimmte Punkte, nämlich sowohl den höchsten Grad der Trockenheit, als auch den der Feuchtigkeit festsetzen kann.

In der Folge gab man den Täfelchen, die man zum beständigen Gebrauche bestimmte, eine runde Gestalt,

ſtalt, weil ſich bey den eckigten die Ecken ſehr leicht abſtoßen. Uebrigens iſt die Zubereitung der Täfelchen ſehr leicht, indem man nur, nachdem man ihnen die runde Geſtalt gegeben hat, ſo lange zwey zugleich mit Waſſer und feinem Sande auf einander reiben darf, bis ſie die gehörige Dünne erreicht haben. Je dünner ſie gemacht werden, deſto beſſer ſind ſie, indem dadurch die ganze Maſſe des Steins dem unmittelbaren Zutritt der Luft eine größere Oberfläche darbietet, und ſie daher die verſchiedenen Veränderungen der Luft in Anſehung der Menge der in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit geſchwinder anzuzeigen fähig werden.

Dieſem Hygrometer könnte man den Vorwurf machen, daß es die abwechſelnde Veränderung der Luft nicht geſchwind genug anzeige; allein es geſchieht gewiß in eben ſo kurzer Zeit, und, wenn es ſehr dünne geſchliffen iſt, wohl noch geſchwinder, als die Vergrößerung und Verminderung des Raums des Queckſilbers durch die jedesmalige Zu- und Abnahme der Wärme im Thermometer, bis ſie nämlich die Glasröhre und das darin enthaltene Queckſilber in allen Theilen gleichförmig durchdringen und wieder verlaſſen kann. Nunmehr kam es darauf an, eine Vorrichtung zu erfinden, vermittelſt welcher man die Beobachtungen an dieſem Hygrometer aufs leichteſte, bequemſte und genaueſte anſtellen könne.

Zu dieſer Abſicht ward folgende Einrichtung gemacht: an die Seite eines Brets, welches ohngefähr eine Hand breit und 2 Fuß lang war, ward ein Schieber ſo befeſtigt, daß man ihn an dem Brete frey auf- und abſchieben konnte; an dieſes Bret befeſtigte Lowitz eine empfindliche Wage, an deren einen Schen-

kel

kel er das Ende einer aus Silberdrath verfertigten aus kleinen in einander gefügten Ringen bestehenden Kette hieng, welche ohngefähr so schwer war, als das Gewicht der Menge des Wassers beträgt, welches das Hygrometer zu seiner Sättigung erfordert; das andere Ende dieser Kette ward an dem obern Theile des Schiebers befestigt. Den Schieber schob er hierauf so lange in die Höhe, bis die Wage völlig im Gleichgewichte stand. Hiernächst zog er an einer willkührlichen Stelle von dem Brete in dem Schieber eine Linie. An den andern Schenkel der Wage hieng er um ein Gewicht von 10 Gran, worauf er dann den Schieber so weit herunter schob, bis die Wage wieder vollkommen ins Gleichgewicht kam. Den Zwischenraum beyder Stellen, wo die Wage im Gleichgewichte war, theilte er in 10 gleiche Theile, deren jeder einen Gran anzeigte, und trug solcher Theile mehr, so weit es nöthig ist, fort. Auf dem Schieber machte er ebenfalls vom Zeiger an eine Eintheilung von 10 gleichen Theilen, deren jeder Theil aber genau um $\frac{1}{10}$ kleiner war, als die Theile der Skale, welches dazu diente, um beym Wägen auch vollkommen den zehnten Theil eines Grans bestimmen zu können.

Hierauf wurde für jedes Täfelchen, welches zu Beobachtungen bestimmt war, ein Gewicht aus Messing gemacht, das vollkommen so viel wog, als die eigenthümliche durch das Glühen gefundene Schwere des Täfelchens betrug. So oft man nun den Zustand des Hygrometers untersuchen wollte, hieng man an den einen Arm der Wage das Täfelchen, und an den andern dasjenige Gegengewicht, welches der eigenthümlichen Schwere des Täfelchens gleich war; wäre

nun

nun in dem Hygrometer nicht die geringſte Feuchtigkeit vorhanden, ſo würde der Zeiger auf Null zu ſtehen kommen. Da aber jederzeit nach Verſchiedenheit der Witterung mehr oder weniger Waſſertheile darin enthalten ſind, und dieſe alſo ein Uebergewicht verurſachen, ſo mußte man ſolches durch Verlängerung der Kette vermittelſt des Schiebers ins Gleichgewicht bringen, da denn die Stelle des Zeigers an der Eintheilung bey einer jeden Beobachtung die Menge der im Steine befindlichen Feuchtigkeit aufs genaueſte angab.

Weil dieſe Hygrometer ſo gehängt werden müſſen, daß die freye Luft einen ungehinderten Zutritt zu ihnen hat, ſo muß man Sorge tragen, daß kein Regentropfen oder ſonſt eine zufällige Feuchtigkeit darauf kommen kann, indem ſie im entgegengeſetzten Falle ein Gewicht angeben würden, welches der Abſicht, die man dabey hat, nämlich die größere oder geringere Menge der in der Luft wirklich enthaltenen Feuchtigkeit zu beſtimmen, nicht entſprechen würde.

Bey einer lange anhaltenden naſſen und regnigten Luft enthielt ein ſolches Hygrometer über 55 Gran Feuchtigkeit, und im Jahr 1774 bey einer ſehr lange dauernden außerordentlichen Hitze, bey der die den Sonnenſtrahlen ausgeſetzte Erde ſo brennend heiß war, daß die Aepfel, welche von den Bäumen fielen, auf derſelben gleichſam wie in einem Ofen gebraten wurden, und wobey das Thermometer im Schatten 83 Grad nach de l'Isle, oder 110 Grad nach Fahrenheit, zeigte, enthielt daſſelbe Hygrometer nur 1½ Gran Feuchtigkeit.

Indeſ-

Indessen hat Lowitz diesen Schiefer an keinem andern Orte finden können. Im Jahr 1782 machte er eine Reise zu Fuß über Maynz, Strasburg, Basel und Bern nach den Schweizer Alpen bis auf den St. Gotthard und von da über Zürch, Schafhausen, Stuttgard, Heidelberg, Frankfurt und Gotha wieder zurück nach Göttingen; er ließ es sich sehr angelegen seyn, irgendwo eine gleiche Steinart zu finden, welches ihm aber nicht glückte.

Selbst derjenige Distrikt bey Dmitriefsk, wo dieser Schiefer sich in sehr großer Menge befindet, ist nicht beträchtlich, indem nämlich nur die steile und ohngefähr 10 oder 15 Klafter hohe Ecke des rechten Ufers der Wolga, wo die Kamüschinka in dieselbe ausfließt, und auf deren Höhe ehedem die Stadt Kamüschinka gestanden hat, von welcher gegenwärtig nur der Wall und die Gruben der Keller noch zu sehen sind, ganz aus diesem Thonschiefer, welcher in horizontalen Lagen über einander liegt, besteht.

Die Tafeln dieses Schiefers sind von verschiedener Dicke, und lassen sich mit Hülfe eines Messers gleichsam wie Frauenglas in dünnere Blätter spalten; die meisten sehen blau aus, und diese sind zum Gebrauche die besten, dahingegen andere von weißer Farbe keine so feste Consistenz besitzen, und daher zerbrechlicher als die blauen sind. Sie haben einen ganz eigenen Geruch, der sich vorzüglich äußert, wenn man sie mit Wasser sättiget; durch das Glühen aber verlieren sie sowohl den Geruch, als auch die Farbe, und werden mehr gelbröthlicht. Man sieht in ihrer Masse eine Menge sehr feiner glänzender Pünktchen.

Das

Das andere Ufer der Kamûſchinka beſteht aus einem rothbraunen weichen Thone, der in eben ſolchen dünnen Blättern in horizontalen Lagen über einander liegt, und der, wenn man ihn trocknet, dieſelbe Eigenſchaft hat, die Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen. Daher iſt es zu vermuthen, daß der Hygrometerſtein auch ein Thon geweſen ſey, der ſeiner Lage wegen, indem er den ganzen Tag den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt iſt, durch die Länge der Zeit ſo ſehr verhärtet iſt; da hingegen zu jenem die Sonnenſtrahlen faſt niemals gelangen können.

Der junge Lowitz ſchickte nachher dem Herrn Etatsrath Baron von Aſch ein Paar Stücke von dieſem Thonſchiefer, und dieſer überſchickte ſolche in der Folge an das Muſeum zu Göttingen. So kamen ſie in die Hände Lichtenberg's, welcher ebenfalls das Urtheil darüber fällte, daß unter den mannichfaltigen Hygrometern, die den Grad der Feuchtigkeit durch Abwägen angeben, dieſem der Vorzug bey weitem gebühre.

Zur Beſtimmung der Größe der Ausdünſtung ſind in dieſem Zeitraume mehrere und genauere Beobachtungen angeſtellt worden. Bey dieſen Beobachtungen können zweyerley Abſichten ſtatt finden; entweder wünſcht man die abſolute Menge der in verſchiedenen Jahrszeiten oder Jahren aus den Gewäſſern aufſteigenden Dünſte zu kennen, oder man will nur für einen gegebenen Augenblick die Größe der Ausdünſtung beſtimmen. Man erkannte, daß zu jeder Abſicht eine eigene Einrichtung des Werkzeuges erfordert werde.

Zu der ersten Absicht haben besonders Musschenbroek, Richmann, Wallerius und Lambert die Größe der Ausdünstung untersucht. Musschenbroek [c]) gebrauchte bleyerne Gefäße von 6 Zoll ins Gevierte, fand die Ausdünstung aus einem solchen Gefäße von 12 Zoll Höhe stärker, als aus einem von 6 Zoll Höhe, und glaubte endlich daraus das Resultat ziehen zu können, daß sich unter übrigens gleichen Umständen die Größen der Ausdünstung wie die Cubikwurzeln aus der Höhe der Gefäße verhielten, wenn er die Versuche im Freyen anstellte; auf seinem Zimmer hingegen konnte er zwischen der Größe der Ausdünstung aus hohen und niedrigen Gefäßen nie einen merklichen Unterschied finden.

Richmann [d]) fand ebenfalls die Ausdünstung aus tiefern Gefäßen stärker, und erklärt dieß dadurch, daß die Ausdünstung von dem Unterschiede der Temperaturen des Wassers und der Luft abhange, und dieser Unterschied in tiefern Gefäßen größer und dauerhafter sey, weil sie die Temperatur der umliegenden Luft nicht so schnell annehmen. Um die Größe der Ausdünstung so genau als möglich zu bestimmen, schlug Richmann vor, das Atmometer mit einem größern von oben bedeckten und mit Wasser gefüllten Gefäße in Verbindung zu bringen, damit die Höhe des Wassers im Atmometer selbst weder durch die Ausdünstung merklich vermindert, noch durch den Regen vermehrt werden möge.

Wal-

c) Tentamina experimentor. capt. in Academia del Cimento. T. II. p. 62.

d) Comment. Petropol. T. XIV. p. 273. Nov. comment. Petrop. T. I. p. 198. T. II. p. 145.

Wallerius e) hat eine groſse Menge Verſuche über die Ausdünſtung des Waſſers mit vielem Fleiſse angeſtellt. Er lieſs ſich hiezu zwey paralleles pipediſche Kaſten, den einen 2, den andern nur 1 geometriſchen Zoll hoch, verfertigen. Beyde hatten gleiche und ähnliche Grundflächen. Nachher gebrauchte er hiezu cylindriſche Gefäſse von ungleichen Höhen und ungleichen Grundflächen. Nachdem er dieſe mit feuchtem Thon umgeben hatte, ſo fand er, daſs die Ausdünſtung aus hohen und niedrigen Gefäſsen gleich ſtark war; er glaubte ſogar aus ſeinen Verſuchen ſchlieſsen zu dürfen, daſs ſich die Ausdünſtung des Waſſers in gleicher Zeit und einerley Umſtänden wie die Oberflächen des Waſſers verhalte, auf welche die Luft unmittelbar wirkt, wenn die andern Seiten gegen ihre Wirkung bedeckt werden. Um dieſes Geſetz noch mehr zu prüfen wiederholte er die Verſuche, wobey er zugleich mit Rückſicht auf die Barometer- und Thermometerſtände nahm. Das Waſſer ward des Morgens gewogen, und jeden Morgen friſches Waſſer in die cylindriſchen Gefäſse gegoſſen. Alle Gefäſse ſtanden in ihren zubereiteten Behältniſſen von Thon in freyer Luft. Wenn Regen einfiel, bedeckte er allezeit die Gefäſse mit einem Brete, das er wegnahm, wenn der Regen aufgehört hatte. Aus dem einen Gefäſse, deſſen obere Fläche ohngefähr 193964 Quadratſkrupel war, dunſteten innerhalb 6 Tagen am Ende des Monats May und zu Anfang des Juny. $24\frac{1}{2}$ Unze, und innerhalb 7 Tagen im Anfange des Auguſt 14 Unzen aus. Ueberdieſs ergaben auch ſeine Verſuche, daſs bey ſonſt gleichen Umſtänden die Aus-

dün-

e) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. VIII. S. 3. f. der Ueberſ.

dünstung desto stärker war, je mehr die Wärme zunahm. So hat er mehreremal bemerkt, daß die Ausdünstung Nachmittags stärker war, als Vormittags, weil meistentheils die Nachmittagswärme größer ist. Jedoch ist die Stärke der Ausdünstung dem Ab- und Zunehmen der Wärme nicht proportionirt, oder sie verhält sich nicht wie die Ausdehnungen der flüssigen Materie im Thermometer.

Endlich fand er noch, daß auch der Wind die Ausdünstung des Wassers vergrößere.

In Lambert's f) Versuchen ist der Unterschied zwischen der Größe der Ausdünstung aus hohen und niedrigen Gefäßen gar nicht anzutreffen.

Um die Größe der Ausdünstung für einen bestimmten kleinern Zeitraum zu erfahren, beschreibt Richmann g) ein eigenes Werkzeug. Er bestimmt es eigentlich zu Abmessung der Ausdünstungen des Wassers von verschiedener Temperatur. Es besteht aus drey cylindrischen Gefäßen von Blech; das weiteste und tiefste derselben wird mit Wasser angefüllt. In diesem Wasser schwimmt das zweyte etwas kleinere Gefäß, welches leer bleibt, und ganz verschlossen ist; damit es nicht schief schwimme, stehen Stäbe mit Rollen zur Seite, zwischen welchen es frey auf- und absteigen, aber nicht seitwärts weichen kann. Das erste mit Wasser gefüllte Gefäß ist auch ver-

f) Essay d'hygrometrie, Mémoir. de l'Acad. de Prusse 1769. p. 68. 1772. p. 65. Hygrometrie, aus dem franz. übers. Augsp. 1774. Forts. 1775. 8.

g) Atmometri s. machinae hydrostaticae constructio in Nov. comment. Petrop. T. II. p. 121.

verſchloſſen, aber in ſeinem Deckel ſind drey Löcher. Durch dieſe gehen drey metallene Füße, welche auf dem ſchwimmenden leeren Gefäße aufſtehen, und das dritte offene Gefäß tragen, welches mit dem ausdünſtenden Waſſer angefüllt iſt. So wie nun von dieſem Waſſer etwas ausdunſtet, und das Gefäß dadurch leichter wird, druckt es weniger auf das ſchwimmende Gefäß, das letztere hebt ſich daher im Waſſer höher, und die Füße, welche ſich in den Löchern des Deckels frey bewegen können, treten mehr heraus, heben alſo das obere Gefäß, welches eine an ihm befeſtigte Skale an einen Zeiger hinführt, und dadurch die Größe der Hebung anzeigt. Wie viel Gran ein jeder Theil der Skale gelte, kann man durch hineingeworfene Gewichte vorher leicht ausmachen, und ſo durch die Skale die Größe der Ausdünſtung bis auf die feinſten Theile abmeſſen.

Um die Menge des aus der Atmoſphäre herabfallenden Regenwaſſers zu beſtimmen, hat in dieſem Zeitraume Roger Pickering[h]) unter andern meteorologiſchen Werkzeugen folgendes Regenmaaß beſchrieben: es beſteht aus einem zinnernen Trichter von 1 Quadratzoll Oberfläche mit einer Glasröhre von ½ Zoll Durchmeſſer. Die Länge dieſer Glasröhre, welche in ein Bret mit einer Skale eingelegt iſt, beträgt gegen 3 Fuß. Durch die Skale wird die Höhe angezeigt, welche ein Cubikzoll Waſſer in der Röhre einnimmt, und welche überdem noch in eine Anzahl gleicher Theile getheilt werden kann, z. B. in 100 Theile, wenn man die Beobachtungen in Hundertstheile eines Zolls anſtellen will.

Ein

h) Philoſ. Tranſact. for the year 1744. n. 473.

Ein anderes Regenmaaß hat Johann Lesche i), welcher von 1750 bis zu Ende 1761 Versuche damit anstellte, beschrieben. Er ließ nämlich ein kubisches Gefäß von Eisenblech machen, dessen inwendige Höhe 4,330 Zoll war. Diesen Würfel füllte er mit Brunnenwasser, und das wog 1277 halbe Quentch. oder fast 5 Pfund. Nachher ließ er dieses Würfels ebenen Boden wegnehmen, und setzte statt dessen unten daran vier geneigte Bleche, die sich in einer Röhre zusammenschlossen, welche man in eine Flasche, die einen langen Hals hat, stecken kann. An die Röhre ließ er einen Hut befestigen, der die Mündung der Flasche bedeckte, daß kein anderes Wasser in die Flasche kommen konnte, als das aus dem Regenmaaße herablief. Der Boden mußte unten geneigte Ebenen besitzen, damit auch kleine Regentropfen herabliefen und nicht sitzen blieben, bis sie wegdunsteten, auch daß Hagel und Schlagregen nicht wieder herausprängen. Er setzte die Flasche mit dem Regenmaaße auf einen starken viereckten Pfeiler, der für sich 5 Fuß über die Erde erhoben war. Wenn man nun das Regenmaaß mit seiner Flasche darauf stellte, so waren dessen Ränder mehr als drey Ellen über die Erde erhoben, damit der Schnee, den der Wind herumtrieb, nicht hinein stöberte und mit dem, welcher unmittelbar aus der Luft herabfiel, zugleich in Rechnung käme. Die Seiten des Pfeilers hatten genau die Dicke des Regenmaaßes. Damit es fest und unverrückt stand, ward an jeder Seite des Pfeilers ein Nagel eingeschlagen, der

i) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XV. S. 16. der Uebers.

der ſo lang war, daß er bis auf einen Querfinger an den oberſten Rand des Regenmaaßes hinauf reichte. Er ließ aber die Nägel oben abſchleifen, damit ſich kein Schnee auf ihre Köpfe legen konnte. Der Pfeiler ſtand auf einem freyen Platze im Garten, von Häuſern und Bäumen entfernt.

Die Meſſung anzuſtellen, war folgendes nöthig: 1. ein Paar cylindriſche Gläſer, die ſo verglichen waren, daß das eine 6 Quentchen, das andere 6 Loth Waſſer hielt. Wie weit jedes Quentchen und Loth gieng, zeigte ein Demantſtrich an. 2. Eine Tafel, die von $\frac{1}{4}$ Quentchen bis 37 Loth berechnet war, und anzeigte, wie viel jedes Quentchen oder Loth im Glaſe Höhe im Regenmaaße ſelbſt einnimmt. Dieſe Tafel muß man bey der Hand haben, ſo oft man das Waſſer aus dem Regenmaaße ſelbſt meſſen will. Sie wird alſo berechnet: wenn 1277 halbe Quentch. die ganze Höhe des Würfels einnehmen, welche 4,330 ſchwediſche geometriſche Zoll beträgt, wie viel Höhe im Würfel nimmt $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2 Quentchen oder Loth u. ſ. w. ein?

Leche hatte nie verſäumt, das Waſſer zu meſſen, ſobald der Regen vorüber war. Wenn ſo viel Schnee fiel, daß er befürchtete, das Regenmaaß möchte voll werden, ehe das Schneyen aufhörte, welches doch ſelten geſchah, ſo ſchüttete er den Schnee heraus in ein Faß. Wenn es nun zu ſchneyen aufhörte, nahm er das Regenmaaß mit ſeiner Flaſche herein, damit der Schnee ſchmolz, und maaß alsdann das Waſſer.

Wässerige Meteore.

Was die gewöhnlichen Eigenschaften des Regens betrifft, so beschreibt sie Musschenbroek [k]) auf folgende Art. Wenn es regnen will, zeigen sich zuerst zerstreut schwebende weiße Wolken, die sich immer mehr vereinigen, mit andern hinzukommenden sich in eine gleichförmige Wolke zusammenziehen und den ganzen sichtbaren Himmel bedecken. Diese Wolken werden immer dichter, senken sich, verlieren die weiße Farbe, schwächen das Tageslicht mehr oder weniger, und scheinen gegen die Erde zu gleichsam einen Rauch von sich zu geben, bis sie endlich den Regen ausgießen. Je weißer die Wolke ist, desto dünner ist der Regen, und desto kleiner sind die Tropfen. Zuweilen ist nicht der ganze Himmel überzogen, sondern es schweben an demselben nur einzelne schwarze und dichte Wolken, aus welchen es regnet; dieser Regen hört auf, wenn der Wind die Wolke forttreibt, und der Himmel wieder heiter wird. Wenn eine gleichförmige Wolke den ganzen Himmel überzieht, so fallen die Tropfen gewöhnlich von gleicher Größe und gleich weit aus einander; hingegen sind sie ungleich und fallen bald dichter bald dünner, wenn der Himmel nach einer Gegend weißer, nach der andern dunkler aussieht. Wenn eine Wolke durchgehends gleichförmig, aber langsam, verdichtet wird, daß sich die Dünste nach und nach vereinigen, oder wenn die Verdichtung am untern Theile anfängt und langsam nach oben zu fortgeht, so bilden sich kleine Tropfen, welche langsam fallen, und es entsteht ein Staubregen; fängt aber die Verdichtung an dem obern Theile an, so werden die

k) Introduct. ad philos. natur. T. II. §. 2360.

die Tropfen durch die Vereinigung mit mehreren, die im untern Theile während des Fallens hinzukommen, größer. Verdichtet ſich eine ganze Wolke plötzlich, ſo fallen ſehr große und dichte Tropfen, oder das Waſſer fällt auf einmal in ganzen Maſſen herab. Dieß ſind die Platzregen und Wolkenbrüche. Gewöhnlich ſind die Tropfen an niedrigen Orten größer, als auf den Bergen. Sehr oft fängt der Regen mit kleinen Tropfen an, wird allmählig bis zu einem gewiſſen Grade ſtärker und dichter, und hört endlich mit kleinen Tropfen wieder auf.

Was die Anzahl der Regentage an verſchiedenen Orten betrifft, ſo iſt ſie ſehr ungleich. Muſſchenbroek [l]) führt ein ziemlich ſtarkes Verzeichniß von den Regenzeiten verſchiedener Länder aus Reiſebeſchreibungen an, welches zu erkennen giebt, daß hiebey faſt alles von der Lage gegen Meere, Seen, Flüſſe, Gebirge und Waldungen abhange. Kraft [m]) rechnet in Petersburg jährlich nicht mehr, als 40 Regentage; Muſſchenbroek in Leiden 107; in Chur zählte Lambert 138 heitere, 112 trübe, 115 Regentage, und Bergmann giebt für Abo in Schweden jährlich 146 Regentage an. Ueberdieß giebt es Gegenden der heißen Länder, beſonders ebene, wo wenig Waſſer aus dem Dunſtkreiſe herabfällt, und ſelbſt ſolche, wo es faſt nie regnet; jedoch fällt in ſolchen Ländern außerordentlich viel Thau, der oft das Erdreich ſehr anfeuchtet. Don Ulloa verſichert, daß es in den Thälern von Peru nie regne; aber die wäſſerigen Dünſte verwandeln ſich hier in eine Art von Thau oder Staubregen, den die Bewohner dieſer Thäler Garua nennen.

Ueber

l) Introd. ad philoſ. natur. T. II. §. 2365.
m) Comment. Acad. Petrop. Vol. IX. p. 348.

Ueber die Menge des aus der Atmosphäre herabgefallenen Wassers, wozu Regen, Schnee, Hagel, Reif und Thau gerechnet werden muß, hat man zwar in diesem Zeitraume verschiedene Beobachtungen angestellt; allein sie sind doch noch lange nicht hinreichend, die jährliche Summe des aus der Atmosphäre herabfallenden Niederschlags zu berechnen. Die Schätzung des Thaues hat hiebey die meiste Schwierigkeit gemacht. Nach Hales n) Berechnungen giebt der Thau ohngefähr 3,39 Zoll Wasser.

Wie groß die Höhe des herabgefallenen Regenwassers in verschiedenen Ländern ist, darüber finden sich einige Beobachtungen in den philosophischen Transactionen gesammlet. Aus 12jährigen Bemerkungen zu Padua o), von 1725 bis 1736, findet sich die jährliche mittlere Höhe $30\frac{1}{2}$ schwedische Zoll. Zu Rom regnet es fast eben so viel p), und allein im Octob. 1741 ist daselbst 9 Zoll hoch Regen, oder fast eine halbe Elle tief gefallen. In Südcarolina in Amerika q) ist aber der Regen noch häufiger. Vom Anfange 1738 bis zu Ende 1752 hat das Regenwasser kein Jahr unter 31; aber 1740 über 56 schwed. Zoll betragen. Die mittlere Höhe der 15 Jahre ist 41 Zoll, oder etwas über 2 Ellen gewesen. In einem einzigen Monate fällt daselbst oft mehr Regen, als in Schweden im ganzen Jahre. Zwölfjährige Beobachtungen zu Berlin, 1728 bis 1739, geben die mittlere Höhe r) des Regens 20,6 engl. oder 17,7 schwed.

n) Statique des végétaux aus dem engl. übers. pag. 48.
o) Philos. Trans. Vol. XXVII. et XL.
p) Ibid. Vol. XLII.
q) Ibid. Vol. XLVIII.
r) Miscell. Berolin. T. IV. et VI.

ſchwed. Zoll. Zu Wittemberg s) iſt die mittlere Höhe von 1728 bis 1735, alſo von 8 Jahren, 16,8 ſchwed. Zoll geweſen.

Wargertin t) hat die Beobachtungen, welche hierüber in Upſal gemacht worden ſind, geſammlet, und ſie auf folgende Art angegeben.

Jahr	Höhe des Waſſers Zoll	Jahr	Höhe des Waſſers Zoll
1739	17,023	1752	11,996
1740	14,923	1753	16,238
1741	15,285	1754	16,305
1742	15,919	1755	20,344
1743	14,046	1756	14,505
1744	16,025	1757	13,313
1745	14,256	1758	9,114
1746	20.055	1759	12,088
1747	13,405	1760	13,133
1748	10,718	1761	12,237
1749	13,671	1762	11,679
1751	12,371		

Aus dieſen Beobachtungen, bemerkt Wargertin, findet ſich die mittlere Höhe zu Upſal 12,289 Zoll, oder faſt $\frac{1}{4}$ Elle.

Wenn man nun, ſagt er, alle vorhergehende und die gleich anzuführenden Beobachtungen des Herrn Leche mit einander vergleicht, ſo finde ſich, daß es in Carolina am meiſten regne; weniger in Italien, viel weniger in Holland und Finnland, noch weniger in Deutſchland und England, am allerwenigſten in Frankreich und Schweden. Der Unterſchied ſey ſo groß, daß es in Südcarolina faſt dreymal ſo viel regne, als in Schweden.

Des

s) Miſcell. Berolin. T. IV.
t) Schwediſche Abhandl. B. XXV. p. 13. der Ueberſ.

Des Herrn Leche u) Beobachtungen, welche er von 1750 bis 1761 angestellt hat, sind folgende:

Jahr	Jan.	Febr.	März	Aprll
1750	1,091	2,472	2,136	0,273
1751	0,673	0,746	2,058	0,705
1752	1,971	0,769	1,528	1,435
1753	0,926	0,769	1,561	0,831
1754	1,347	1,256	0,757	1,593
1755	0,744	0,556	0,346	1,779
1756	1,572	1,352	1,109	3,330
1757	0,426	0,974	1,417	2,695
1758	0,298	1,141	1,090	0,315
1759	1,931	1,278	2,815	0,832
1760	1,635	1,567	0,653	0,218
1761	1,803	1,706	1,447	1,464
Summe	13,417	15,586	16,917	15,470
Mittel	1,201	1,216	1,410	1,289

Jahr	May	Juni	Jul.	Aug.
1750	1,357	1,727	1,373	3,818
1751	1,122	1,818	2,314	1,500
1752	0,724	1,015	3,473	4,264
1753	1,724	0,591	2,318	2,804
1754	1,565	2,624	3,095	1,032
1755	0,379	2,489	2,685	4,266
1756	1,275	1,689	3,463	2,775
1757	2,088	1,125	0,000	1,311
1758	0,856	1,401	1,260	1,944
1759	1,812	1,084	0,983	2,015
1760	0,610	1,875	3,705	4,785
1761	0,689	0,810	1,028	1,371
Summe	14,191	18,248	25,700	32,884
Mittel	1,267	1,521	2,159	2,740

Jahr

u) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXV. p. 19. der Uebers.

Jahr	Sept.	Octob.	Nov.	Dec.	Summe des Jahrs
1750	0,900	0,259	2,473	0,532	18,411
1751	1,709	1,766	4,509	1,800	20,717
1752	0,820	2,513	1,773	2,064	22,349
1753	3,025	0,875	2,904	0,473	18,801
1754	1,802	2,736	2,205	1,925	21,937
1755	2,557	1,902	3,202	1,892	22,797
1756	0,595	1,553	2,608	0,426	21,745
1757	1,757	1,294	3,196	0,920	17,203
1758	2,588	2,723	1,454	1,839	16,915
1759	2,724	3,117	1,804	1,161	22,556
1760	2,452	3,232	2,310	2,272	25,314
1761	2,274	1,438	1,531	1,005	16,556
Summe	23,203	23,408	29,969	16,309	
Mittel	1,935	1,951	2,496	1,359	20,442

Aehnliche Beobachtungen hat Schonmark x) vom Jahr 1753 bis 1763 zu Lund angeſtellt, aus welchen ſich die jährliche mittlere Höhe 15,906 ſchwed. Zoll ergiebt.

In Paris ſind die Beobachtungen ununterbrochen fortgeſetzt, welche man in den Mémoires de Paris findet, und hier vollſtändig anzuführen zu weitläuftig ſeyn würde.

Muſſchenbroek hat verſchiedene Beobachtungen geſammlet, welche Briſſon durch andere vermehrt hat, und welche die folgende Tafel angiebt:

Jährliche Menge des Regens zu

Utrecht	= 24 Rheinl. Zoll	Harlem	= 24 Rhl. Zoll
Leiden	= 29⅓ - -	Haag	= 27½ - -

Delft

x) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſ. B. XXVI. p. 159. der Ueberſ.

Jährliche Menge des Regens zu

Delft	= 27	Rhl. Zoll	Ulm	= 26 1/6	Rhl. Zoll
Dortrecht	= 40	- -	Wittemberg	= 16 1/2	- -
Middelburg in Zeeland	= 33	- -	Berlin	= 20	- -
Im Süderse	= 27	- -	Lancaster	= 41	Lond. Zoll
Harderwyk	= 27	- -	Upminster	= 29 1/2	- -
Paris	= 20	Par. Zoll	Plymuth	= 30,909	-
Lion	= 37	- -	Edinburgh	= 22,518	-
Rom	= 20	- -	Upsal	= 15	Schw. Zoll
Padua	= 37 1/2	- -	Algier	= 27-28	Lond.-
Pisa	= 34 1/2	- -	Madera	= 31	- -
Zürch	= 32	- -	Charlestown	= 51	- -

Aus diesen Beobachtungen läßt sich übersehen, daß die Ungleichheit nach Zeit und Ort sehr groß ist, und daß es schwer ist, zur allgemeinen Berechnung über die ganze Erdfläche ein schickliches Mittel zu wählen. Bergmann glaubt, man könne jährlich 30 Zoll für das allgemeine Mittel nehmen; denn wenn es gleich an einigen Orten gar nicht regne, und in Europa die mittlere Höhe meistens nur 15 bis 20 Zoll betrage, so gebe es doch Orte, wo es fast immer regne, und andere, wo das Wasser zu gewissen Zeiten fast herunter gegossen werde. Unter dieser Voraussetzung beträgt die Menge des jährlichen Niederschlags über die ganze Erdfläche (weil 30 Zoll = $\frac{1}{9130}$ geogr. Meile) $\frac{9282060}{9130}$ = 1016 geographische Cubikmeilen. Im Ganzen genommen muß der Niederschlag aus der Atmosphäre eben so viel wieder abführen, als die Summe aller Ausdünstungen zuführt,

führt, weil ſonſt die Atmoſphäre ein beſtändiges Zu- und Abnehmen ihres Gewichtes zeigen müßte, dergleichen aber die Barometer nicht angeben.

Ueber die Entſtehung der wäſſerigen Meteore ſind die Meynungen in dieſem Zeitraume ſehr verſchieden geweſen.

Nollet y) erklärt ſie ſo: den Tag über werden die Erde und die Luft, welche ſie umgiebt, von den Sonnenſtrahlen zugleich erwärmt. Sobald aber die Sonne untergeht, vermindert ſich die Wärme nach und nach; indeſſen erhält ſie ſich in dichtern Körpern viel längere Zeit, als in weniger dichten, ſo daß während der Nacht gewöhnlich die Erde und Gewäſſer viel wärmer ſind, als die atmoſphäriſche Luft. Alsdenn wird ſich die Materie des Feuers, die ſich beſtändig nach Art anderer Flüſſigkeiten auszudehnen ſtrebt, von der Erde in die Luft erheben, und ſehr feine Theilchen der Körper mit ſich nehmen. Beym Aufgange der Sonne hingegen wird die Atmoſphäre zuerſt erwärmt, und indem ſich die Luft ausbreitet, ſchlägt ſie dieſe feinen aufgeſtiegenen Dünſte als Thau nieder. Gegen das Ende des Herbſtes, wo die Nächte anfangen länger zu werden, und folglich die Erde kalt zu werden Zeit hat, gefrieren dieſe niedergeſchlagenen Theilchen, und bilden den ſogenannten Reif. Sehr oft aber erheben ſich die niedergeſchlagenen Theilchen, entweder durch die Ausbreitung der Luft, die ſie umgiebt, oder durch den Wind, und ſie verdunkeln den niedrigen Theil der Atmoſphäre, wo ſie dann den ſogenannten Nebel verurſachen. Die Nebel ſind im Winter viel häufiger als im Sommer,

y) Leçons de phyſique experiment. T. III. à Paris. 1744. 12.

mer, weil die Dünste durch die Kälte sogleich verdichtet werden, noch ehe sie in die Höhe steigen können.

Wenn sich die Nebel so hoch erheben können, daß sie haufenweise oder zusammenhängend in der Luft schweben oder darin schwimmen, so bilden sie Wolken. Diese sind nicht überall gleich hoch über der Erdfläche erhaben, weil sie beständig mit der Luftschicht, worin sie sich befinden, in einem gewissen Gleichgewicht seyn müssen. Wenn die Wolken sich durchs Zusammenstoßen oder durch Verdichtung der Luft, die sie umgiebt, verdichten, so vereinigen sich ihre Theilchen in Tropfen, welche herabfallen und so den Regen bilden. Die Kälte, welche die Dünste verdichtet, kann so beträchtlich seyn, daß sie sich in Schnee oder Hagel verwandeln; in Schnee nämlich, wenn die Dünste schon gefrieren, noch ehe sie sich in Tropfen vereinigt haben, und in Hagel, wenn die zum Gefrieren des Wassers nöthige Kälte erst nach der bereits erfolgten Tropfenbildung erfolgt.

Zur Entstehung des Regens nimmt Beccaria z) außer der damals angenommenen Verdichtung der aufgestiegenen Dünste noch die Elektricität zu Hülfe, deren Stärke sich an seinem Elektrometer ziemlich genau, wie die Menge des herabgefallenen Regens verhielt. Denn die Aehnlichkeit der Regenwolken mit den elektrischen Gewitterwolken, das Leuchten der Regentropfen, welches besonders Bergmann im Jahr 1759 im Steptemb. sehr stark beobachtet hatte, die gleichförmige Verbreitung der Wolken und Tropfen, und das gewöhnliche Beyeinanderseyn der Gewitter und Regen zeigen offenbar das Daseyn der Elek-

z) Lettere dell' elettricismo. Bologna 1754. 4.

Elektricität an. Die Entſtehung des Regens erklärte er nun auf folgende Art. Die Elektricität unſerer Erde ſteige da, wo ſie ſich im Ueberfluß befinde, auf, und nehme eine große Menge Dünſte mit in die obern Regionen. Eben dieſe Urſache nun, welche dieſe Dünſte ſammle, verdichte ſie auch wieder, und bringe dadurch die Waſſertheilchen ſo nahe zuſammen, daß ſie ſich in Tropfen vereinigen und ſo als Regen herabfallen könnten. Die Wolke verbreite ſich von dem Orte der Entſtehung gegen diejenigen Stellen der Oberfläche der Erde, wo ein Mangel an Elektricität anzutreffen ſey, und theile ihnen durch den herabgefallenen Regen ſo viel davon mit, daß dadurch das Gleichgewicht der Elektricität der Erde wieder hergeſtellt werde. Brachte ſich Beccaria iſolirt mit dem Reibzeuge der Elektriſirmaſchine in Verbindung, und tröpfelte er geſchmolzenes Geigenharz in einen mit dem Conduktor verbundenen Löffel, ſo zog der Rauch längſt ſeinem Arme und am ganzen Körper bis zu dem andern mit dem Reibzeuge in Verbindung ſtehenden Arme hin, und bildete eine Wolke, deren untere Fläche mit den Kleidern parallel, die obere hingegen geſchwollen und gewölbt war. Auf ſolche Art bildeten ſich, wie er glaubte, die Regenwolken, indem ſie den negativen Stellen der Erde die Elektricität der poſitiven zuführen. Dieſe Erklärung fand ſo vielen Beyfall, daß ſeit dieſer Zeit die Elektricität als eine vorzüglich mitwirkende Urſache der Entſtehung des Regens betrachtet worden iſt.

Nach Muſſchenbroek's a) Meynung entſteht der Regen hauptſächlich von den Winden mit Beyhülfe der Elektricität. Die Elektricität ſoll nämlich die-

a) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 2362.

dienen, die Dünste von der Erde in die obern Regionen der Atmosphäre zu führen, und sie daselbst zu erhalten. Sobald also diesen Dünsten die Elektricität entzogen wird, so werden sie auch wieder herabfallen müssen. Begegnet nun eine Wolke von geringerer Elektricität einer andern mehr elektrisirten, folglich wasserreichern Wolke, und entzieht jene dieser Elektricität, so wird erstere höher in die Atmosphäre aufsteigen, diese aber sich senken und zu Regen verdichten. Verliert sie aber durch eine Begegnung Einer Wolke nicht genug Elektricität, so wird sie in der Folge mehr Wolken antreffen, welche ihr mehr entziehen, bis sie ganz aufgelößt ist. Die Winde sind aber doch die Hauptursache des Regens, nebst den Gährungen der Dünste, welche Wind erzeugen. Daher auf heiße Nachmittage und Abende, wo diese Gährungen stark sind, gemeiniglich in der Nacht und den Tag darauf Regen folgt. Besonders verursachen diejenigen Winde Regen, welche 1. von oben herab auf die Wolken treffen, sie verdichten, ihre Elektricität rauben, und die Dünste zusammendrucken; welche 2. Luft mit Dünsten vom Meere her über das Land führen, und gegen Berge, Anhöhen und Wälder treiben, durch deren Berührung die Wolken ihre Elektricität verlieren; daher auch in den gebirgigten Gegenden mehr Regen herabfällt; welche 3. gegen einander stoßen, und die Wolken gegen einander drukken, wie im äthiopischen Meere, Guinea gegen über, auch welche von allen Seiten zusammen stoßen, und die Wolken plözlich zu Wasser verdichten, das oft in großen Massen aus der Luft herabfällt. Auch tragen die Wälder wegen ihrer starken Ausdünstung viel zum Regen bey. Eben wegen der sehr großen Wälder hat Schweden häufige Platzregen, und die Antil-

len waren vormals weit feuchter, ehe daſelbſt die Wälder ausgerottet wurden. Noch führt Bouguer an, daß es in Peru von der Mündung des Guajaquil an bis nach Panama, in einem mit Holze reich bewachſenen Striche von 300 Meilen, ſehr oft regne, hingegen vom Guajaquil an bis 400 Meilen ſüdwärts, wo der Boden frey und ſandig iſt, gar kein Regen falle.

Aus dieſer Muſſchenbroek'ſchen Erklärung, der die übrigen in den Hauptpunkten ähnlich ſind, erſieht man, daß man damals das Waſſer in ſeiner gewöhnlichen Geſtalt in der Atmoſphäre ſuchte, wobey es ſchwer fiel, ſein Aufſteigen zu erklären und mit dem Gange des Barometers zu vereinigen, da hingegen die Erklärung der Verdichtung und des Niederfallens an ſich den Phyſikern wenig Mühe verurſachte. Die Elektricität war denjenigen ſehr willkommen, welche das Aufſteigen zu erklären ſuchten; alſo betrachtete man ſie auch gern als mitwirkende Urſache des Niederfallens, zumal da man bey jedem Regen unläugbar Elektricität bemerkt. Der Abt Bertholon de St. Lazare erklärt alle wäſſerige Meteore aus Elektricität der Luft und Wolken, die der Elektricität der Erde ungleichartig iſt, und zwiſchen beyden eine Anziehung verurſacht. Dadurch zieht entweder die Luft die Dünſte aufwärts, wie beym Thau und Nebel, oder die Erde zieht ſie niederwärts, wie beym Regen. Sind viel Dünſte aufgezogen worden, und wird darauf das Gleichgewicht wieder hergeſtellt, ſo fallen ſie wieder herab, daher die plötzlichen Ergießungen bey Gewittern entſtehen; dauern die entgegengeſetzten Elektricitäten lange Zeit, ſo können ſich die Dünſte lange Zeit in der Atmoſphäre erhalten u. ſ. f.

Da

Da man aber bey allen diesen Erklärungen Schwierigkeiten fand, theils wegen des Aufsteigens des Wassers in die Luft, theils wegen anderer dabey vorkommenden Ereignisse, so suchte man die Entstehung des Regens aus der besonders von le Roi vorgetragenen Auflösungstheorie herzuleiten. Hiernach wird nämlich die Ausdünstung als eine chemische Auflösung des Wassers in Luft betrachtet; mithin schwebt das Wasser nicht in fein zertheilten Theilchen, sondern vielmehr in einer ganz andern Gestalt in der Luft, und besitzt, wie diese, Elasticität. Man muß daher auch annehmen, daß der Regen als eine Art von Niederschlag aus dieser Auflösung zu betrachten ist. Nun entsteht aber die Frage, auf welche Art ein solcher Niederschlag in der Atmosphäre erfolgen könne, und wirklich erfolge? Nach le Roi löst die Luft bis zum Sättigungsgrade mehr Wasser auf, je wärmer sie ist. Wird daher eine solche mit Wasser gesättigte Luftschicht erkaltet, so muß sie Wasser fahren lassen, und zwar um desto mehr, je kälter sie wird, eben so wie sich in einer gesättigten Salzsolution Salz niederschlägt, wenn die warme Auflösung erkaltet.

Vermischte Bemerkungen in Ansehung der wässerigen Meteore.

Bisher war man fast allgemein der Meynung gewesen, daß der Thau wirklich aus der Atmosphäre herabfalle. Allein Christian Ludwig Gersten [b]) bewieß

b) Diss. roris decidui errorem antiquum et vulgarem per observat. et experim. nova excutiens bey s. tentam. system. novi ad mutationes barometri ex natura elateris aërii demonstr. Frf. 1733. 8.

bewieß zuerſt durch viele Verſuche, daß wenigſtens in Heſſen der Thau faſt immer aufſteige. Du Fay bemerkt, daß dieſe Meynung nicht neu ſey, indem man ſchon in der Hiſtoire de l'Academie vom Jahr 1687 finde, daß einige gemeint hätten, der Thau komme aus der Erde und falle nicht herab, weil man in umgeſtürzten Glocken eben ſo viel Thau finde, als an andern Orten, die der Luft ausgeſetzt geweſen ſind. Man habe aber dieſen Gedanken nicht weiter verfolgt, bis endlich Gerſten wieder darauf verfallen ſey. Dieſer hatte nämlich einen Verſuch gemacht, die Barometerveränderungen auf eine ganz eigene Art zu erklären. Da nun dieſe ſeine Erklärung mit der Meynung, daß der Thau falle, nicht zuſammenſtimmen wollte, ſo unternahm er es, dieſen Gegenſtand einer genauern Unterſuchung zu unterwerfen. Er hatte bereits in den Gärten wahrgenommen, daß das Gras des Abends ſehr feucht und mit kleinen Waſſertröpfchen bedeckt war, ob man gleich an den Blättern der Bäume und an den hoch gewachſenen Pflanzen nicht das geringſte davon bemerkte; überdem fand er, daß nicht alle Pflanzen auf gleiche Art benetzt waren; auf einigen befanden ſich Waſſertröpfchen in Menge, da man im Gegentheil auf andern wenige oder gar keine bemerken konnte. Dieſe Beobachtung, welche er einige Tage hinter einander gemacht hatte, brachte ihn auf den Gedanken, daß der Thau von der Erde aufſteige, nicht aber herabfalle. Um ſich davon zu verſichern, ſtellte er mehrere Verſuche an; er ſtürzte eine Glasglocke über eine Neſſel, an welche ſich, wie er wahrgenommen hatte, beſtändig viel Thau angelegt hatte, und fand am andern Morgen die Blätter und die innere Wand der Glocke voller Feuchtigkeit.

Gersten hieng kupferne Bleche in verschiedenen Höhen über der Erde auf, und fand, daß die obere Fläche bisweilen bethauet, die untere hingegen allemal mit einer großen Menge Feuchtigkeit überzogen war. In der Folge hat er mehrere andere Versuche mit Cylindern von Holz, mit Papier, Glasröhren, mit Bleystangen und verschiedenen andern Körpern angestellt. Körper, welche auf Metallblechen lagen, wurden vom Thaue nicht feucht. Er schloß also hieraus, daß der Thau nicht falle, sondern aus der Erde heraufsteige.

Musschenbroek c) wiederholte Gerstens Versuche, und fand die nämlichen Erfolge; daher war er anfänglich Gerstens Meynung, daß der Thau nicht falle, er änderte sie aber, nachdem er mehrere und genauere Versuche angestellt hatte. Nach ihm giebt es verschiedene Arten von Thau; die eine Art ist die dichteste unter allen, und erhebt sich aus Seen, Flüssen und Bächen; die andere Art steigt von der Erde auf, und eine dritte Art fällt aus der Atmosphäre herab. Uebrigens lehrten ihm die Versuche, daß mancher Thau auf alle Körper ohne Unterschied, mancher nur auf gewisse Körper fällt. Glas und Porcellan wurden naß, wenn polirtes Metall und Steine daneben trocken blieben. Unter verschiedenen Arten von Leder nahmen das rohe Kalbfell, auch rother und gelber Saffian immer den meisten, blaues und schwarzes Leder den wenigsten Thau an. Musschenbroek vermuthet eine Mitwirkung der Elektricität, die er überhaupt bey der Erklärung der Aus-

c) Introduct. ad philos. natur. T. II. §. 2344. sqq.

Ausdünſtung mit zu Hülfe nimmt. Er fragt, ob vielleicht die Dünſte ſteigen, wenn Elektricität hinzukommt, und fallen, wenn ſie wieder hinweggeht? Endlich bemerkt er, daß es bey ſtarkem Winde niemals thaue, wie ſchon Ariſtoteles anführe. Der meiſte Thau falle in Holland vom April bis zum October, meiſtens 2 bis 3 Stunden nach Sonnenuntergang, und um Sonnenaufgang. Nach vorhergegangenem Regen, und überhaupt bey feuchtem Boden thaue es ſtark, imgleichen in den heißen Ländern, wo warme Tage mit kühlen Nächten abwechſeln, wie Shaw vom wüſten Arabien bemerke, wo die Reiſenden vom Thaue oft bis auf die Haut benetzt wurden.

Du Fay [d]) machte noch ſorgfältigere Verſuche bekannt. Er hieng verſchiedene Glasplatten in verſchiedenen Höhen, von 6, 13, 17, 25 und 31 Fuß, über dem Boden wagrecht auf, wobey er zugleich oben an der Leiter, die er zu dieſem Geſchäft gebrauchte, eine koniſche Glocke von Kryſtall angebracht hatte. Dieſe Vorrichtung geſchah am 25ten Octob. 1736 um 4 Uhr des Nachmittags; um 5 Uhr bemerkte du Fay, daß ſich an der untern Fläche der Glasplatten, die er auf die Erde gelegt hatte, viele Waſſertropfen angelegt hatten, indeſſen ſich hievon an den übrigen Glasplatten und an der Kryſtallglocke nichts zeigte; um 6 Uhr fand er einige Tropfen an der Grundfläche derjenigen Platte, welche 6 Fuß über dem Boden erhaben war; die übrigen aber waren noch ganz trocken; um 7 Uhr hatte ſich die Feuchtigkeit bis zu den übrigen Glasplatten, jedoch im Verhältniſſe ihrer Höhen, erhoben, ſo daß die höhern augen-

d) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1736.

genscheinlich weniger feucht waren, als die niedrigern; auch die Krystallglocke fand er benetzt, jedoch an der innern Fläche viel stärker als an der äußern, die gegen den Himmel gerichtet war. Am Morgen darauf um 5 Uhr fand er, daß die untern Flächen aller Glasplatten sehr stark bethauet waren. Du Fay wiederholte diese Versuche einige darauf folgende Tage mit demselben Erfolge.

Am 28ten Octob. spannte er drey linnene Tücher von gleichem Gewichte in verschiedenen Höhen über der Erdfläche aus, und fand am andern Morgen, daß das oberste Tuch am Gewichte 4 Unzen 6 Quentchen und 6 Grän, und das niedrigste 5 Unzen, $2\frac{1}{2}$ Quentchen zugenommen hatte.

Sonst bemerkte du Fay, daß der Thau gewisse Körper, z. B. Glas und Porzellan, weit stärker traf, als andere, auch gewisse Farben mehr, als andere. Von einer Tafel, die halb von Glas, halb von Metall war, ward die erste Hälfte naß, die zweyte nicht. Legte er eine Glasscheibe über die Fuge, so setzte sich viel Thau auf das Stück über dem Glase, wenig oder nichts auf das andere über dem Metalle. Ein polirtes Stück Metall in einem gläsernen Napfe blieb trocken, wenn gleich der Napf feucht ward; aber ein Stück Glas in einem metallenen Napfe ward feucht, indem der Napf trocken blieb.

Aus diesen Versuchen schloß nun du Fay, daß der Thau nur aufsteige, und vermuthete, daß er mit der Elektricität in Verbindung stehe.

Le Roy e) versuchte aus seinem bekannten Systeme über die Auflösung des Wassers in der Luft eine

e) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1751.

ne Erklärung des Thaues zu geben. Wenn ſich nämlich die Luft den Tag über mit Feuchtigkeit ſättiget, und gewöhnlich in den Nächten wieder erkaltet, ſo ſey es natürlich, zu denken, daß dieſe Erkältung unter dem Sättigungsgrade herabkomme, und daß in dieſem Falle das überflüſſige Waſſer niedergeſchlagen werde und einen Thau bilde, der aus der Luft falle, vorausgeſetzt, daß es dergleichen Thau gebe. Um dieſe ſeine Meynung zu beſtätigen, ſtellte er folgende Verſuche an:

Am 27ſten Septemb. 1752 nach Sonnenuntergang beobachtete er auf der Pariſer Sternwarte den Grad der Sättigung der Luft = 13½ Grad. Er hieng nun ein Thermometer und eine weiße Glasbouteille auf. Am andern Morgen vor Sonnenaufgang war die äußere Glasfläche der Bouteille ſtark bethauet, und das Thermometer ſtand auf 12½ Grad, alſo einen Grad unter der Sättigung, die er Abends vorher wahrgenommen hatte. Hieraus ſchloß nun le Roy, daß ſich der überflüſſige Theil des Waſſers wirklich niedergeſchlagen habe, und daraus klar ſey, daß an gewiſſen Tagen der Thau wenigſtens zum Theil aus der Luft komme. Dieſe Muthmaßung glaubt le Roy durch eine große Anzahl ähnlicher Verſuche beſtätigt gefunden zu haben. Jederzeit nämlich, wenn er die Bouteille bethauet gefunden hatte, war durch die Kälte der Nacht das Thermometer unter den Grad der Sättigung, den er Abends vorher beobachtet hatte, herabgeſunken. Da er alſo ſeine Bouteille nie anders bethauet gefunden hatte, als wenn während der Nacht die Luft unter dem Sättigungsgrade erkältet war, ſo glaubte er daraus ſchließen zu dürfen, daß dieſer Thau ganz allein von der Luft abgeſetzt werde,

und

und daß derjenige Thau, welcher von der Erde aufsteigt, sich nie auf eine so große Höhe erheben könne.

Indessen führt le Roy einige Beobachtungen an, bey welchen er keinen Thau an seiner Bouteille wahrnahm, obgleich die Kälte in den Nächten das Thermometer unter dem Abends vorher beobachteten Sättigungsgrade herabgebracht hatte. Allein er bemerkt, daß sich während dieser Nächte der Wind geändert habe, nämlich von Süd oder West nach Nord; eine Aenderung, welche sehr schnell den Sättigungsgrad der Luft herabbringen könne, ohne daß man zu bemerken vermag, was für ein Sättigungsgrad der Luft durch diese Veränderung erfolgt sey.

Wenn sich nun, fährt le Roy fort, in dem Augenblicke Wasser in der Luft niederschlägt, und sich in ihr ein Körper befindet, der diese Wassertheilchen anzieht, so werden sie sich mit diesem verbinden müssen. Hieraus ist es leicht zu begreifen, warum dieser aus der Luft fallende Thau nicht allein die obere, sondern auch die untere Fläche des Körpers benetzt; denn die untere Fläche der Körper, z. B. das Glas, das Porzellan u. s. w. ziehe das Wasser an.

Die Eigenschaft, daß Wassertheile sich sehr leicht mit dem Glase, Porzellan u. s. w. verbinden, und von dem polirten Metalle zurückgestoßen werden, scheine dem Thaue nicht eigenthümlich zu seyn; im Gegentheil glaube er, sie sey allen wässerigen Dünsten gemein.

Wenn während der Nacht Thau aus der Luft gefallen war, so hatte er beständig des Morgens über einem bethaueten Striche, z. B. einer Wiese, einen dichten Dampf in Gestalt eines Nebels wahrgenommen,

men, welcher ſich gewöhnlich 7 bis 8 Fuß über den Boden erhob, mannichmal mehr, mannichmal weniger. Dieſe Art ſichtbarer Thau unterſcheidet ſich von dem unſichtbaren bloß in Anſehung der Quantität.

Außer dieſen beyden Arten von Thau hat le Roy noch eine dritte Art bemerkt, welche aber nur an wenigen Tagen des Jahrs beobachtet wird. Dieſe Art von Thau hat er nie auf ſolchen Pflanzen finden können, welche im trocknen Erdreiche ſtehen. Ueberhaupt, meint er, die Feuchtigkeit, womit die Pflanzen bedeckt ſind, ſey ſehr nahe der Feuchtigkeit der Stellen, wo ſie ſich befinden, proportional. Er hatte oft beobachtet, daß die Pflanzen auf ungleichartigem Boden da ſtark bethauet ſind, wo er niedrig liegt und feucht iſt; hingegen dieſelben Pflanzen, welche in einem ſandigen und trocknen wenige Fuß erhabenen Boden wuchſen, nicht die geringſte Feuchtigkeit beſaßen. Dieſe Beobachtungen erwieſen, daß dieſer Thau nicht aus der Luft komme. Le Roy glaubt, daß er von dem feuchten Boden aufſteige, und ſich an die Pflanzen lege. Seine Erfahrungen, welches dieſes beweiſen ſollen, ſind folgende:

Wenn man Glasſtücke, 1 oder 2 Zoll breit, über einem feuchten Erdboden legt, ſo wird man wahrnehmen, 1. daß ſie während des Tages mit keiner Feuchtigkeit überzogen werden, ſie mögen entweder an einem ſonnigen oder an einem ſchattigen Orte ſich befinden, 2. daß ſie in den Nächten, in welchen die dritte Art Thau beobachtet wird, mit Feuchtigkeit benetzt werden, da im Gegentheil diejenigen Glasſtücke, die auf trockenem Boden liegen, nicht die geringſte Feuchtigkeit beſitzen. Hieraus folge alſo,

daß

daß sich zur Nachtzeit eine Feuchtigkeit aus der Erde erhebe, die sich an die Glasstücke anlege; sie lege sich aber auch an die Pflanzen, wovon er sich durch folgenden Versuch überzeugte. Am 21ten April vor Sonnenuntergang legte er einige Grashalme auf ein Fadennetz, das über einen Ort, wo ähnliches Gras wuchs, gebreitet war; am folgenden Morgen, an welchem bloß die dritte Art Thau gefallen war, fand er nicht allein die auf dem Boden gewachsenen Pflanzen, sondern auch die auf dem Netze liegenden Halme befeuchtet.

Wie sich dieser Thau von der Erde erhebe, erklärt le Roy auf folgende Art: 1. bey einer gleichen Menge Feuchtigkeit hängt die Größe der Ausdünstung von der eigenen Wärme der Körper und der auflösenden Kraft der Luft ab; sie ist der Intensität beyder Ursachen proportional; 2. wenn die Luft nicht im Stande ist, alles Wasser nach dem Maaße, nach welchem es von einem Körper ausdunstet, aufzulösen, so bildet der nicht aufgelößte Theil allezeit einen Nebel, welcher sich an die gegenwärtigen Körper anlegt, vorausgesetzt, daß diese Körper um ein beträchtliches kälter sind, als derjenige, von welchem der Dunst ausgeht; 3. in einer Luft, deren auflösende Kraft sehr gering ist, kann der Dunst, welcher von einem Körper aufsteigt, bemerkt werden und die Körper benetzen, wenn er gleich in geringer Quantität zugegen ist; da im Gegentheil ein viel stärkerer Dunst unmerklich wird, und die Körper nicht naß macht, wenn die Luft eine stark auflösende Kraft besitzt. Diesen vorausgesetzten Principien gemäß ist nun die Erklärung diese:

1. die

1. Die Luft ist des Nachts viel kälter, als am Tage; wenn man diese Art von Thau beobachtet, so ist ihr Wärmegrad beständig sehr nahe dem Sättigungsgrade, ihre auflösende Kraft aber ist viel schwächer als während des Tages.

2. Die Erde erkältet sich in der Nacht nicht so sehr, als die Luft, so daß die Wassermenge, welche von der Erde aufsteigt, sich nicht in dem nämlichen Verhältnisse vermindert, als die auflösende Kraft der Luft geschwächt wird.

3. Endlich erkälten sich in der Nacht die Pflanzen oder das Glas, welche dieser Ausdünstung ausgesetzt sind, eben so sehr wie die Luft, und folglich ebenfalls viel mehr, als die Erde, so daß der Dunst, welcher sich von ihr erhebt, sich an diese Körper anlegen kann.

Diese Theorie glaubt er noch durch folgende Erfahrung bestätigt gefunden zu haben. Er brachte wohl angefeuchtete Erde in einen Topf, und stellte eine Glasplatte einige Linien über diese Erde; dieser Topf konnte ganze Tage lang in einem Zimmer stehen, ohne daß sich ein einziger Tropfen Wasser an die Glasfläche legte; der nämliche Erfolg hatte statt, wenn auch der Topf einen ganzen Tag über der Sonne ausgesetzt ward; sobald aber die Sonne die Erde wohl erwärmt hatte, und der Topf alsdann an einen kalten Ort gebracht wurde, so überzog sich die Glasfläche in wenigen Minuten mit Wassertröpfchen.

Die Entstehung dieses Thaues beruht auf den nämlichen Gründen, wie die der übrigen beyden Arten. Wenn sich nämlich die Luft in der Nacht bis auf den Sättigungsgrad erkältet, so fährt die Erde, wel-

welche viel wärmer als die Luft ist, fort, auszudunsten; diese aufgestiegene Feuchtigkeit kann aber von der Luft nicht aufgelößt werden, und muß daher in dem Zustande einer bloßen mechanischen Zertheilung verbleiben, oder, welches einerley ist, einen Nebel bilden. Hieraus läßt sich also leicht begreifen, daß sich an den Tagen, wo Thau aus der Luft fällt, diejenige Art von Thau bildet, welcher sich wie ein Nebel über feuchte Felder erhebt. Hieraus ist aber klar, daß dieser Thau auf dieselbe Art entsteht, als der andere, und bloß in Ansehung der Quantität von diesem verschieden ist.

Dieser Theorie zu Folge sucht le Roy noch folgende Fragen zu beantworten:

1. Warum ist der Thau in den niedriger liegenden und nassen Gegenden viel häufiger, und warum findet man in diesen oft dergleichen Thau, da in andern Gegenden gar keiner wahrgenommen wird? Derjenige Thau nämlich, welcher sich von der Erde erhebt, hängt von einer Ausdünstung ab, welche ihrer Feuchtigkeit proportional ist.

2. Warum im Herbste, Frühlinge und Winter der Thau viel häufiger ist, als im Sommer? In dieser letzten Jahreszeit ist nämlich das Erdreich viel trockener; überdem glaube er auch beobachtet zu haben, daß im Sommer ein viel geringerer Unterschied zwischen der Wärme der Luft am Tage und der in der Nacht sey, als in den übrigen Jahreszeiten; dieser letzte Umstand ist sowohl der Erzeugung des Thaues, der von der Luft kommt, als auch desjenigen, der sich von der Erde erhebt, entgegen.

mit kleinen sechseckigten Sternen erfüllt, welche völlig wie die schönsten Schneegestalten aussahen, und der Blase das Ansehen einer Himmelskugel gaben, an welcher die Sterne frey an einander hin- und herschwebten. Dieser Versuch reizte seine Neugier, besonders als er am folgenden Tage fand, daß es nicht in seiner Gewalt stand, diese Gestalten, so oft er wollte, hervorzubringen. Durch verschiedene Versuche und Beobachtungen entdeckte er endlich die Umstände, welche erfordert werden, solche künstliche Schneegestalten mit Sicherheit hervorzubringen. Das Verfahren ist folgendes: in Brunnenwasser, Seewasser, oder am besten in Schneewasser, wird so viel Seife aufgelößt, als man davon mit dem Kopfe einer Tobakspfeife aufblasen kann. Diese Vermischung setzt man zugleich mit der Pfeife der Kälte aus. Fängt nun das Wasser zu gefrieren an, so ist es die beste Zeit, die Blasen zu machen und die Schneegestalten an ihnen zu sehen, man mag sie nun an der Pfeife hängen lassen, oder auf einen trocknen und kalten Körper fallen lassen.

Wilke machte hiebey folgende Beobachtungen: die Gestalten zeigten sich zuerst wie kleine Tüpfelchen, aber sie nahmen augenscheinlich zu und wurden so groß, daß mannichmal von einer einzigen die halbe Blase eingenommen ward. Sobald man ihre Bildung unterscheiden konnte, schienen es kleine Sterne zu seyn, deren Strahlen alle aus vorerwähntem ersten Tüpfelchen, als aus einem Mittelpunkte, ausgiengen. Beym Zunehmen behielten sie eben die Stellung und Richtung, obgleich diese ersten Hauptstrahlen, deren gewöhnlich sechs sind, nachgehends von beyden Seiten nur kleinere Aeste heraustrieben,

wo-

wodurch sich der ganzen Gestalt Ansehen nach und nach änderte. Sie schwammen frey und ledig für sich auf der Blase, stiegen auf und nieder, und konnten sich, wie kleine Wasserräder, schnell um ihren Mittelpunkt drehen, wenn ein Wasserbach, der von der Pfeife herabrann, sie berührte. Zwey Sterne, die einander erreichten, hiengen zusammen, und verwickelten sich in einander mit ihren äußersten feinen Spitzen, an den andern Seiten aber wuchsen sie ungehindert fort. Wenn ihrer so viel, oder sie so groß wurden, daß sie die ganze Blase einnahmen, oder einen Ring über dieselbe schlossen, so sprang die Blase in dem Augenblicke, und mannichmal, besonders bey starker Kälte, mit einem kleinen Platzen, das deutlich zu hören war. Sprang die Blase eher, als alle Gestalten sich zusammen gehängt hatten, so schwammen einige dieser kleinen Eistheilchen in der Luft wie Schnee. Sie sanken langsam nieder, und stiegen zuweilen wieder aufwärts. Wenn man diese in der Luft schwimmenden Schneegestalten auf einem trocknen und kalten Körper sammelte, besonders auf Wolle, so waren sie an den Rändern mit zarten Eisspitzen umgeben, womit sie sich vermuthlich auf der Blase an einander hiengen. Zuweilen gelang es auch, daß man auf diese Art schöne ordentliche Schneegestalten erhielt, welche den natürlichen völlig ähnlich waren; aber meistens verursachte die anhängende Feuchtigkeit, daß sie nicht vollkommen waren.

Alle diese Figuren zeigten sich auf der Blase desto zarter, je dünner die Vermischungen und je besser die Seife aufgelößt war. Sie entstanden in großer Menge, wuchsen schnell, und zersprengten die Blase. Die dünnen Mischungen, welche viel Was-

ſer enthielten, zeigten ſelten einige Figuren, ehe das Thermometer darin bis o gefallen war, und Eisſtrahlen ſich gezeigt hatten. Etwas dicke und zähe Miſchungen gaben gemeiniglich nicht ſo viele Figuren; da aber dieſe Blaſen länger dauerten, ſo konnte man die Figuren daran beſſer beobachten, ob ſie gleich nicht ſo klar waren. Sie wuchſen langſamer, kamen aber zum Vorſchein, wenn die Vermiſchung noch 6 ja 10 Grad Wärme hatte. Die Figuren änderten ihr Anſehen nicht, die Vermiſchung mochte dicker oder dünner ſeyn; dieß erhellte deutlich, wenn die Miſchung nach und nach gefror, da denn das Waſſer an den Rändern zu Eis ward, und die eingemiſchten Theile von ſich ſtieß, welche ſich in der Mitte ſammelten und mehr und mehr verdickten; demungeachtet bekamen die Figuren auf den Blaſen allemal einerley Anſehen, ob ihrer gleich nicht ſo viel, und ſie undeutlicher wurden. See- und vornehmlich Schneewaſſer gab die ſchönſten und deutlichſten Figuren; aber von Brunnenwaſſer wurden die Blaſen unreiner, und die Figuren undeutlich. Eben dergleichen Unterſchied verurſachten die Gattungen der Seife. Alicantenſeife und reine venediſche Seife gaben in Schneewaſſer aufgelößt die ſchönſten Geſtalten. Deutſche Seife gab, wenn ſie rein war, mehr oder weniger deutliche Geſtalten. Der Grad der Kälte machte keine Aenderung in dem Anſehen der Figuren, nur verurſachte er ſchnelleres oder langſameres Wachsthum. Eben die Miſchung hat bey 6, 10, 23 Grad Kälte immer einerley Geſtalten gezeigt. In freyer Kälte, zumal wenn der Wind auf die Blaſe ſtieß, entſtanden ſie ſehr geſchwind, und wuchſen ſchnell. In einem verſchloſſenen Orte gieng es langſamer zu, und gelang nicht, wenn nicht die Kälte deſto größer war.

war. Am besten war es, den Versuch am offenen Fenster anzustellen, weil man es nach Gefallen auf- und zumachen konnte. Ein kleiner aber nothwendiger Umstand war, daß man auch das Rohr, womit die Blasen gemacht wurden, kalt und ein wenig mit Eis überlaufen erhielt. Ehe die Vermischung eiskalt und ein wenig mit Eisscheiben überdeckt ist, kommen auf den Blasen allerley unordentliche Eisstrahlen und Blumen hervor, diese überziehen zuweilen die ganze Blase, daß sie wie eine harte Eiskugel aussieht. Dabey zeigt sich eine Art Figuren, welche gleichsam ins Mittel zwischen jenen und den Sternen selbst fallen. Sie sind zuweilen allein an der Blase, gewöhnlicher aber mit einigen Sternen vermengt. Mannichmal sehen diese Figuren wie kleine gerade Eisstrahlen aus, die an den Enden ein wenig gespalten sind. Meist scheinen es vierstrahlige Sterne zu seyn, deren Hauptstrahlen in unterschiedenen Winkeln zusammengesetzt sind, doch ist die gewöhnlichste Stellung so, daß zwey Vertikalwinkel 60, und die übrigen 120 Grad betragen. Die vier Hauptstrahlen sind mit kleinen Spitzen ausgeziert, welche verursachen, daß die ganze Figur einem ganzen Parallelogramm ähnlich wird. Sie nehmen alle zu, und behalten eben die Bildung, aber meistens sinken sie nach der Blase untersten Theil, wo sie gesammelt werden. Gleich nach diesen Figuren, und oft zugleich mit ihnen, entstehen die sechsstrahligen Sterne, deren aus einem Mittelpunkte ausgehende Strahlen eine vollkommen ordentliche Stellung in Winkeln von 60 Grad haben, gleich lang, und alle auf einerley Art mit kleinen Aesten geziert sind. Wenn man diese Sterne das erstemal sieht, so kann man an ihnen nichts anders, als ihre sehr deutliche sechseckige

Geſtalt ſehen. Zuweilen ſind alle Strahlen zugleich da, zuweilen kommen erſt drey oder vier, worauf ſich die übrigen zeigen und neben den vorigen wachſen, die Strahlen werden nach und nach länger, und treiben an beyden Seiten kleinere Aeſte, welche nach dem Maaße, wie ſie dichter, ſchneller und feiner werden, der Figur ein anderes Anſehen geben, ob ſie gleich an ſich immer einerley bleibt. Manche Figuren ſind ſo fein, daß man kaum ihre Stellung unterſcheiden kann. Sie ſcheinen zuweilen alle parallel vom Mittelpunkte auszulaufen. Mannichmal ſieht es aus, als giengen ſie mit einem Hauptſtrahle parallel, an andern Figuren ſind ſie gleichſam kreuzweis über einander gelegt, oft ſind ſie zwiſchen den Hauptäſten ausgeſpannt, und machen ſechseckige Ringe um der Figur Mittelpunkt. Dieſe Ungewißheit zeigt ſich am meiſten auf den Blaſen von Brunnenwaſſer und von Vermiſchungen mit deutſcher und anderer grober Seife; denn je unreiner die Seife iſt, deſto ungleicher werden die Figuren. Aber auf Blaſen von Alicantiſcher Seife und Schneewaſſer ſind die zarten Fäden ſo deutlich und vollkommen, daß man ſich wegen ihrer Stellung nicht irren kann. Die kleinern Strahlen gehen von den größern auf beyden Seiten heraus, und machen deutlich mit ihren Hauptſtrahlen Winkel von 60 Grad. Sie ſind im Anfange kurz und von einander abgeſondert, nach und nach aber gehen ſie ſo nahe zuſammen, daß ſie ein einziges Gewebe zwiſchen den großen ausmachen, welches am Ende eben ſo undeutlich wird, als das erſte. Nachdem dieſe zarten Fäden den ganzen Winkel zwiſchen den Hauptſtrahlen ausgefüllt haben, ſo iſt die Figur einem ordentlichen Sechsecke ähnlich.

Wenn

Wenn nun die Figur ausgefüllt und ein Sechseck aus ihr geworden ist, so kommen weitere Veränderungen vor, von welchen aber Wilke nur einen kleinen Theil ausforschen konnte. Er hat dabey gefunden, daß die Figur insgemein einen kleinen Rand um sie macht, der mannichmal breiter, mannichmal schmäler ist, allezeit aber stärker als die kleinern Aeste. Die ersten Hauptäste wachsen zuweilen aus diesem Rande wie zuvor. Aber sehr oft zeigt sich kein solcher Rand, sondern die Hauptstrahlen bekommen am Ende zwey neue Aeste, von welchen zwey kleinere Aeste ausgehen. Die Figur bekommt auch ringsherum allerley Vermehrungen und Gestalten, die er aber nicht auf das vollkommenste hat erforschen können. Ein besonderer Umstand ist folgender, welcher beweißt, daß alle Figuren von einerley Art sind. Die Figuren auf ungleichen Theilen der Blase sind nicht alle von einerley Gestalt. An dem untersten Theile kommen eher, als die vorerwähnten vierstrahligen Figuren, sechsstrahlige Sterne, deren kleinere Strahlen kurz und ungemein deutlich sind. Nachdem sie einige Größe erreicht haben, so halten sie inne, und liegen unverändert auf der innern Fläche der Blase über dem da hangenden Wassertropfen. Die auf dem mittleren Theile hervorkommen, haben merklich kleinere Strahlen, sind aber zarter, und erleiden die vorerwähnten Veränderungen. Am obern Theile zeigen sich ganz zarte Figuren, deren kleinere Aeste fast auf keine andere Art, als durch die Refraction des Lichts zu sehen sind, ob es gleich übrigens die ordentlichsten Sechsecke sind; sie sind ziemlich klein, und wachsen da nicht merklich. Noch weiter hat er gefunden, daß die Figuren, welche mitten auf der Blase entstehen, meistens aufwärts steigen, wenn sie sehr

fein sind, sich aber niederwärts senken, wenn die kleinern Aeste deutlich und stark sind. Diese liegen inwendig, aber die obern schwimmen außen auf der Blase, welches daraus erhellt, daß die Blase da gleichsam matt, ohne Spiegelglanz ist. Die Figuren selbst sind auch, wenn die Blase bricht, matt auf der äußern, aber glänzend auf der andern Seite. Die Ursache dieser Begebenheiten kömmt zum Theil auf die specifische Leichtigkeit des Eises an, zum Theil auf die verschiedene Dicke der Blase; denn die Blase ist oben am dünnsten, unten am dicksten. Auch rührt es daher, daß diese Blasen aus verschiedenen über einander liegenden Schalen zu bestehen scheinen. Wenn man die Blase, indem sich die Figuren darauf zeigen, in wärmere Luft bringt, oder gelinde dagegen hängt, so schmelzen oder zerrinnen die Figuren, entstehen aber von neuem, wenn die Blase hinlänglich kalt wird. Dieses Schmelzen fängt an den äußersten Rändern an, und man kann auf diese Art die Gestalt der Figuren ändern, wenn man den Rand wechselsweise aufthauen und wieder frieren läßt.

Aus diesen Erfahrungen zieht Wilke folgende Schlüsse:

1. Daß die Figuren auf Seifenblasen alle von einer Art sind, und wenn sich Unterschiede unter ihnen finden, sie theils von Unvollkommenheiten in den Beobachtungen und Mischungen, welche sie mehr oder weniger deutlich machen, theils daher rühren, daß die Figuren nicht einerley Wachsthum und Vollkommenheit erreicht haben.

2. Die Hauptursache der Figuren komme darauf an, daß die Wassertheile in einer gewissen Stellung gefrieren; die eingemengten Salze, Oele, Kalk

u. d.

u. d. gl. scheinen nur so viel hiebey zu thun, daß sie, mit dem Wasser vermischt, seine Theile von einander absondern. In vorerwähnten Mischungen sind wohl keine andere, als kalische Salze und etwas Mittelsalz, welches im Wasser hat seyn können, aber sie sind von verschiedener Gattung und Feinheit. Wie gemeine Asche, Potasche, Sodasalz, Weinsteinsalz u. s. w. mit Oelen und Fettigkeiten von verschiedenen Arten aus Thieren und Pflanzen vermengt keine andere Veränderungen verursachen, als diejenigen, welche auf einer und derselben Blase zuweilen zugleich entstehen, und besonders keine Aenderung in der Zusammensetzung der größten und kleinsten Aeste zu spüren ist, so scheinen sie auch nichts weiter, als auf die angezeigte Art, zu den Figuren beyzutragen.

3. Daß diese Schneefiguren, weil sie den natürlichen so sehr ähnlich sind, die Natur und Abänderungen der letztern erläutern können; denn es sey wahrscheinlich, daß sich in diesen Mischungen dasjenige befindet, was die Schneefiguren bilden kann, es mag nun bey genauerer Untersuchung, was da will, gefunden werden.

Hiernächst theilt Wilke Bemerkungen über die natürlichen Schneefiguren mit. Seinen Beobachtungen zu Folge hat er in Schweden vorzüglich folgende Schneegattungen wahrgenommen.

I. Einzelner Schnee, oder harte Eisrinde, die aus zarten Spitzen oder Nadeln besteht. Diese Art Schnee findet sich bey allen Schriftstellern; in Schweden ist sie aber nicht so sehr gemein, und findet sich daselbst meistens im Herbste und Frühjahre. Die zartern Spitzen sind mannichmal durchsichtig, mannichmal weißlicht und meist an den Enden spitzig.

Sie fallen frey, jede für ſich allein, mannichmal aber in großen Klumpen geſammelt, ſelten in großer Menge, auch ſind ſie nicht oft mit andern Figuren vermengt, und nach ihnen folgen oft einige heitere Tage und Stunden.

II. Einzelner körnichter Schnee. Iſt nichts anders als zarte weißlichte Hagelkörner. Sie müſſen aber nicht mit einer andern Gattung verwechſelt werden, die ihnen ſehr ähnlich iſt, und aus abgebrochenen Stücken anderer Schneegeſtalten beſteht. Man findet ſie unter anderm Schnee; denn Stücke von andern Figuren können nicht eine beſondere Art Schnee genannt werden.

III. Einzelner cylindriſcher Schnee, fällt ſelten, befindet ſich unter anderm Schnee, fiel aber faſt den ganzen Vormittag am 10. Dec. 1760 allein. Dieſe kleinen Eiscylinder ſind von den Eisnadeln darin verſchieden, daß ſie gewöhnlich etwas ſpitzig und an beyden Enden wie platt abgeſchnitten ſind, oder eine kleine Grundfläche haben, auf welcher ſie aufgerichtet ſtehen können; bey genauerer Beobachtung hat Wilke gefunden, daß dieſe Grundfläche ein ordentliches Sechseck war. Sie ſind durchſichtig, und haben meiſtens der Länge nach laufende weißlichte Adern oder Luftblaſen.

IV. Zuſammengeſetzter Schnee mit Strahlen, die vom Mittelpunkte auslaufen, welche zuweilen alle in einer Ebene liegen, zuweilen in andern Stellungen zuſammengeſetzt ſind; die erſten finden ſich bey allen Schriftſtellern abgezeichnet. Von einigen werden ſie nach der Anzahl der Strahlen eingetheilt; als Wilke aber unter Millionen ſechsſtrahliger Geſtalten nicht über 4 oder 5 geſunden hatte, die mehr

oder

oder weniger als sechs Strahlen hatten, so ward er dadurch veranlaßt, dieses für Abänderungen der sechsstrahligen Sterne zu halten, welche er nach ihren kleinern Strahlen und ihrer Bildung folgender Maassen abtheilt: 1. mit zarten kleinen Fäden, deren größere und kleinere Aeste gerade und zart sind, 2. blattartige, deren Hauptstrahlen selbst wie allerley Knospen und Blätter aussehen, oder mit dergleichen geziert sind; 3. eisartige Sechsecke, mit und ohne Ränder; 4. Figuren, welche mit einer oder mehr dieser Gattungen eine Aehnlichkeit haben. Die Figuren, deren Strahlen nicht alle in einer Ebene liegen, ob sie gleich aus einem Mittelpunkte gehen, sind in Schweden, wenn es stark geschneet hat, eben so gewöhnlich, als die ersten, und zuweilen hat man dergleichen allein. Selten findet man sie recht vollkommen, gemeiniglich ist Ein Strahl oder etliche abgebrochen. Es scheint auch, als lägen allezeit, wenigstens recht oft, sechs Strahlen in einer Ebene, worauf die übrigen aus dem Mittelpunkte aufgestellt wären. Er hat einmal eine sehr schöne und ordentliche Figur von dieser Gattung gefunden, welche außer den erwähnten sechs Strahlen auf beyden Seiten drey hatte, die ungefähr in Winkeln von 60 Grad aufstanden. Ueberhaupt erinnert er, daß man sowohl diese, als andere Figuren, selten so schön und vollkommen findet, wie sie bey den Schriftstellern abgebildet werden. Unter tausenden muß man nach einer suchen, die in allen Theilen vollkommen ist; denn an allen Aesten ist eine kleine Veränderung, wenigstens hat es sich bey den meisten so verhalten, die Wilke gesehen hat, zumal in den eisartigen Sechsecken und Blattgestalten, welche bewundernswürdig ordentlich sind.

V. Zuſammengeſetzter Schnee; dieſer entſteht, wenn einige einzelne Gattungen zuſammengeſetzt werden. Deutliche Gattungen davon, die Wilke beobachtet hat, ſind folgende: 1. zuſammengeſetzte Eisnadeln, welche ſich mit ihren dünnen Enden ohne Ordnung und regelmäßige Stellung zwey und mehrere zuſammenſetzen; 2. zuſammengeſetzte Cylinder und Sechsecke, ſind vielleicht einerley Gattung mit dem cylindriſchen Schnee ſelbſt, da ihre Grundflächen deutliche Schneefiguren ſind, oder ſie laſſen ſich als zwey vermittelſt eines kleinen Eiscylinders an ihren Mittelpunkten zuſammengeſetzte Sechsecke anſehen. Wilke hat nur zweyerley ſolchergeſtalt zuſammengeſetzte Figuren gefunden, nämlich Sechsecke, und blätterige Figuren; ſo oft er ſolche geſehen hat, ſind beyde Figuren allemal von der Art geweſen, aber zuweilen von verſchiedener Größe. Dieſe Figuren ſind zuweilen ſo klein und zart, daß man ſie kaum ſieht, man findet ſie aber leicht, wenn der Cylinder auf eine ebene Fläche fällt, da denn die Figuren machen, daß er ein wenig darüber erhoben liegt. Zuweilen ſind dieſe Cylinder ſo klein und kurz, daß man ſie kaum merkt, da denn auch die Figuren auf einander zu liegen ſcheinen; 4. freye Hagelkörner mit dünnen Strahlen oder einer feinen Wolle umgeben, das Korn iſt mannichmal groß, und die Strahlen ſind lang, meiſtens aber ſind ſie ſehr klein und zart. Alle dieſe Arten finden ſich meiſtens unter anderm Schnee, zumal in den zuſammengeſetzten Nadeln, welche er allein gefunden hat, mit freyen Spitzen und andern Figuren vermengt.

VI. Reifſchnee, iſt ſehr gewöhnlich. Er entſteht aus allen vorerwähnten Schneearten, wenn ſolche

che mit wässerigen Dünsten wie mit Reif überzogen werden, wodurch sie dick und undeutlich werden. Allen einzelnen Schnee hat Wilke so überzogen gesehen. Die Sechsecke sind auch oft überzogen, und selten ohne diesen Zierath. Der Reif sitzt zuweilen nur um die äußersten Spitzen, aber meistens ist die ganze Figur damit umgeben, davon sie denn dick und undeutlich wird. Diese fest gefrornen Dünste hängen sich zuweilen nur an eine Seite der Figur, wie ein röhrichtes Eis, an, und haben viel Streifen und Adern, daher die Figur eine kegelförmige oder cylindrische Gestalt bekommt. Das Sechseck zeigt sich auch deutlich an dem einen Ende ganz vollkommen und rein. Dieser Schnee fällt selten in Menge, bisweilen allein, aber meist unter anderm Schnee, und da beschließt er das Schneyen und ist etwas kalt.

In der Fortsetzung der Untersuchung von den Schneegestalten [m]) untersucht Wilke zuvörderst, wie die Schneegestalten entstehen. Es ist unläugbar, sagt er, daß sie aus Wasserdünsten, die in der Luft schweben, entstehen. Die Wolke sey durch und durch nichts weiter, als eine Vermischung von Luft und Wasser, und habe eine Aehnlichkeit mit den Seifenmischungen, in welchen das Wasser mit andern Dingen, als: Salze, Oele, Kalk, u. s. f. vermengt ist. In der Wolke sey zwar nichts weiter als Luft bey dem Wasser, in den Seifenmischungen aber seyen mehrere Dinge darunter gemischt, jedoch ließen sie sich beyde wie Auflösungsmittel betrachten, in welchen die Wassertheilchen schwebten, aufgelößt wären, von eins

m) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissenf. B. XXIII. S. 89. der Uebers.

einander abgeſondert und gehindert würden, einander ſo nahe und in ſo großer Menge zu berühren, wie im reinen Waſſer geſchähe. Die Theile des reinen Waſſers nämlich widerſtänden nach bekannten Verſuchen unüberwindlich aller Zuſammenpreſſung, und ſchienen unmittelbar an einander zu liegen. Das erſte Nachdenken führe uns auf die Vermuthung, das Waſſer möge wohl in der Luft ungefähr eben ſo gefrieren, wie in ſolchen Miſchungen, und die Verſuche mit den Seifenblaſen zeigten uns, dieſe Aehnlichkeit ſey gröſſer, als man ſich anfangs vorſtellen ſollte.

Wenn das Waſſer zu Eis friere, ſo fange es nicht, wie verſchiedene andere flüſſige Materien, zuerſt an, dick zu werden und zu gerinnen, ſondern es verwandle ſich plötzlich aus einem flüſſigen Weſen in ein feſtes. Dieſe Veränderung fange an der äußern Oberfläche an, und gehe hineinwärts, nicht ſo, daß ſich eine gleich dicke Schale etwa über und über bilde, ſondern von gewiſſen Stellen ſchöſſen gleiche Strahlen aus, die oft plötzlich ſichtbar würden, wüchſen, kleinere Aeſte trieben, ſich vermehrten, und die ganze Maſſe des Waſſers auf allen Seiten mit einem Netze oder Gewebe bedeckten, das endlich durchgehends ausgefüllt und zu einer dichten Rinde werde. Betrachte man jeden Eisſtrahl für ſich, ſo laſſe ſich ſein Wachsthum, nachdem er einmal ſichtbar geworden ſey, mit Augen ſehen, daher es auch ſehr wahrſcheinlich werde, daß er vom erſten Anfange an ſolchergeſtalt gewachſen, und daß ſein erſter Anfang ein Punkt ſey, von welchem die Eisſtrahlen auslaufen. Dieſes zeige ſich ebenfalls und wohl noch deutlicher auf den Seifenblaſen, wo die Schneefiguren ebenfalls

von

von einem kleinen Punkte zu wachsen anfangen, und von da aus ihre Strahlen über die Blase verbreiten. Fange also unter allen diesen Umständen das Gefrieren von einem einzigen Punkte an, und breiteten sich die Eisstrahlen von demselben aus, so sey zu vermuthen und so gut als ausgemacht, daß es sich mit den Wasserdünsten in der Luft eben so verhalte, wenn sie zu Schneegestalten gefrieren. Die Wolken fangen an, in verschiedenen Punkten hier und da zu gefrieren. Von diesem ersten Mittelpunkte breiten sich Strahlen nach allen Seiten ringsherum aus, wachsen, und machen mehrere kleinere Strahlen, indem andere Wasserdünste daran gefrieren. Die Aehnlichkeit mit dem angeführten Versuche mache es glaublich, daß alle Strahlen geradlinicht seyen, und die herauskommenden Figuren aus lauter geraden Eisfäden bestehen, wie die, die in reinem Wasser und in den künstlichen Schneegestalten gefunden werden, und daß diese Bildung in sehr kurzer Zeit vor sich gehe und fast nur einen Augenblick erfordere.

Dieser Gedanke von der Art, wie die Schneegestalten in der Luft entstehen, sey der Natur so wenig entgegen, daß ihn vielmehr Versuche bestätigten, die alle Aufmerksamkeit verdienten. Aber es sey schwer auszumachen, ob die Schneegestalten, wenn sie aus den Wolken kommen, gleich an dieser Stelle ihre vollkommene Bildung und Größe haben, oder ob sie beym Niederfallen noch mehr Aeste und Wachsthum annehmen. Wilke ist geneigt, zu glauben, daß das erste statt findet, ob er gleich das letzte nicht gänzlich ausschließen will, so lange die Figuren in ihrer Wolke in der Vermischung fallen, wo sie entstanden sind. Ehe sie aber heraus kommen,

müsse

müſſe wohl ihr Wachsthum vollendet ſeyn, wenigſtens ſo weit ſie ordentlich ſind. Denn es könnten wohl die Waſſerdünſte in einer kalten und ſtillen Luft mehr Kälte annehmen, als zum Gefrieren erfordert werde, ohne wirklich zu gefrieren, plötzlich aber in Schneefiguren zuſammenſchießen, wenn die Luft, welche ſie trage, von einem anſtoßenden Winde, oder von andern Urſachen, welche ſie zuſammendrucken oder ausdehnen, plötzlich erſchüttert würde. Dieſe ſeine Meynung beſtätigte ſich noch dadurch, daß die Schneegeſtalten während ihres Falles gewiſſe Veränderungen erleiden, die ſich deutlich unter dem Falle ereignet haben, und zeigen, daß ſich die Dünſte bey einer ſchon fertigen Schneegeſtalt auf eine unordentliche Art anhängen. Sie ſind auf allen Seiten voll kleiner Eisſpitzen, die ſich ohne Ordnung an allen Seiten anſetzen; ſo werden ſie mit Dünſten wie mit einem Reife überzogen, und bekommen allerley kleine Eisgeſtalten, die alle hinzu gekommen ſind, nachdem die Figur ſchon vollendet war; denn ſie ſcheint zuweilen mitten unter allen dieſen Geſtalten ihre ordentliche Bildung zu haben, und muß daher zuvor fertig geweſen ſeyn. Es kann indeſſen der Wolke oberer Theil gefrieren, ohne daß der untere zu Schnee wird, und da können die herabfallenden Figuren noch darin wachſen. Auf den hohen Bergen in Peru ſchneet es, wenn tiefer hinunter Regen fällt, und dieſes iſt allen Bergen gemein, deren Spitzen über die Schneegränze hinaus gehen.

Hiernächſt führt Wilke etwas von den Urſachen an, woher die ordentliche Bildung des Schnees rühre, und warum er die ſo gewöhnliche ebene Geſtalt zeige, die man größtentheils an ſelbigem trifft. Er

Er bemerkt zwar, daß er diese Frage so wenig auflösen könne, als jemand anders, allein das hindere doch nicht, etwas davon anzuführen. Untersucht man, sagt er, die Wirkungen der Natur beym Gefrieren des Wassers mit Aufmerksamkeit, so findet man 1. daß das Wasser und alle Dünste in kleinen Strahlen und gleichen Fäden gefrieren; 2. daß sich diese zarte Fäden allemal nach gewissen Winkeln und Stellungen an einander setzen. Wer mit den Wirkungen der Natur nur ein wenig bekannt ist, der ist überzeugt, daß sie bey unzähligen Abänderungen doch gemeiniglich ein gewisses einziges, allgemeines und beständiges Gesetz beobachtet, welches oft so verwickelt ist, daß man es nur mit Mühe erforschen kann; aber wenn es einmal am Tage liegt, so zeigt es eine schöne Einfachheit in seiner weit erstreckten Wirkung. Sollte die Natur nur bey den Eisstrahlen nicht so regelmäßig seyn? Vermuthlich eben so sehr! Und es befindet sich hier ein beständiger Winkel, oder eine Stellung, nach welcher die Eisfäden, oder eigentlicher zu reden, die Wassertheile, die in zarte Fäden gefrieren, sich zusammensetzen. Das Wasser hat bey dieser seiner Anschießung in Krystallen eben so ordentliche und regelmäßige Stellungen, wie alle Salze u. d. gl., welche gewisse Gestalten annehmen, wenn sie sich in größere Haufen sammlen. Dieses Gesetz des Gefrierens zu erforschen, ist die Sache fleißiger Beobachtungen. Dadurch hat man gelernt, daß sich die Eisfäden in Winkeln von 60 Grad an einander setzen, daß es aber auch in Winkeln von 30 und 120 Graden geschieht.

Die Ursache von der flachen Bildung der sechsstrahligen Sterne sey eine Aufgabe, die man lieber still-

stillschweigend übergehen, als mit bloßen Muthmaßungen aufzulösen bemüht seyn sollte. Seine Seifenblasen würden eine brauchbare Erfindung für diejenigen seyn, die alle Wasserdünste für Bläschen hielten, allein das sey nicht bewiesen. Er glaube, es sey darin eine mehr verborgene Mechanik zu finden, ob wir gleich noch auf keine Versuche gekommen wären, welche diese Erscheinung deutlich erklärten. Wilke glaubte aus verschiedenen Beobachtungen hiebey das Gesetz folgern zu können, daß Wasser, welches in seine Zwischenräume mehr Luft genommen habe, als es natürlicher Weise enthalte, oder dessen Theile mehr von einander gesondert sind, gern zu platten Scheiben gefriert. Die Wasserdünste in der Luft befinden sich in denselben Umständen. Hieraus sucht Wilke die Verschiedenheit der Schneegestalten zu erklären:

1. Das Gesetz des Gefrierens, und die größere oder geringere Menge der Wasserdünste, sind die erste Ursache, warum die Schneetheilchen so mannichfaltige Gestalten haben. Das Wasser nämlich und die wässerigten Dünste, wenn sie sich in Eis verwandeln, bilden allezeit gleich zarte Fäden oder Strahlen, welche sich vom ersten Anfange an in Winkeln von 60 und 120 Graden zusammensetzen, oder aus einem Punkte in solchen Stellungen ausschießen. Sollen nun nach dieser Regel Strahlen von einem Punkte ausgehen, so können sie in einer einzigen ebenen Fläche, oder wie Halbmesser einer Kugel liegen. Im ersten Falle sind folgende Figuren möglich: sechsstrahlige, deren sechs Strahlen Winkel von 60 Graden einschließen; dreystrahlige, welche Spitzen in 120 Grade gegen einander geneigt haben, und vierstrahlige,

wo

wo zwey Scheitelwinkel 120 und zwey 60 Grad betragen. Von diesen drey Gattungen hat Wilke Beyspiele sowohl auf Seifenblasen, als beym natürlichen Schnee, gefunden, doch mit dem Unterschiede, daß eine gemeiner als die andere ist. Die sechsstrahligen hält er für die einzigen vollkommenen.

Daß die größere oder geringere Menge der Wasserdünste etwas zur Verschiedenheit der Schneefiguren beytragen könne, werde niemand bezweifeln. Von diesen ersten Ursachen rühren folgende Schneearten her. Wenn zarte und dünne Dünste gefrieren, so entstehen daraus kleine zarte Nadeln oder harte Eisspitzen, oder feine Körner, die sich in einen körnigten lockern Schnee zusammenhängen. Ist die Wolke wasserreicher, so können größere Figuren entstehen, welche theils platt sind, theils mehr Strahlen aus einem Mittelpunkte haben. Alle diese Figuren haben das Merkmal, daß ihre Strahlen gleich, und sehr fein sind. Es sind auch die größten unter allen, und sie haben zuweilen drey bis vier Linien im Durchmesser. Sie fallen nur bey kalter und trockener Luft, und sind die, aus welchen vermuthlich alle übrigen entstehen. Wenn ein starker Schneesturm kömmt, so zeigen sie sich nicht eben gleich im Anfange, sondern nachdem es eine Zeitlang geschneyet hat, aber zuweilen fallen sie auch allein, wie am 12. Februar 1761, wo sie so groß und fein waren, als Wilke sie nie zuvor gesehen hatte. Sie sind den Figuren auf den Seifenblasen so vollkommen ähnlich, daß zwischen ihnen gar kein Unterschied wahrzunehmen ist. Alle diese Umstände bestätigten Wilken's Vermuthung, daß dieses die erste Gestalt ist, welche die Schneefiguren bekommen, wenn sie aus den Wolken fallen.

eine Zeitlang dauert, nach und nach ändern. Ferner bemerkt er, daß die kleinſten Figuren nicht allezeit Ueberbleibſel, ſondern wirkliche Anfänge größerer und vollkommener Figuren ſind. Was die kleinen runden Scheibchen insbeſondere betrifft, ſo finden ſich ſolcher vermuthlich oft eine große Menge in der Luft, weil dieſes Eis nur Eiskälte zu ſeiner Bildung erfordert, die bey großen Bildungen theils allemal vorhanden iſt, theils folgt. Aber außerdem zeigen beym natürlichen Schnee nicht nur alle größere Sterne in ihrem Mittelpunkte Merkmale dieſes ihres erſten Urſprungs, ſondern man findet auch oft ſolche Scheibchen, ſowohl einzeln, als in größern Figuren zuſammengeſetzt, aus der Luft fallend. Ließen ſich nicht, fragt er noch, aus dieſen auf einer Seite rundlichen Eisſcheibchen, welche in einer ſtillen Luft wie im Waſſer eine wagrechte Stellung annehmen, und das Licht ſowohl brechen als zurückwerfen, gewiſſe Lufterſcheinungen erklären? z. B. die vertikal von der Sonne ausgehenden nicht ungewöhnlichen Säulen u. d. m.

Wilke ſucht hieraus folgende beym natürlichen Schnee vorfallende Umſtände zu erklären: warum viel Schnee oft mit Wind und Sturm kommt? Weil die kalte anſtoßende Luft die Urſache dieſer Bildung iſt. Warum die Kälte oft nachläßt, wenn es ſchneet? Das Schneen erwärmt die Luft, wie das Anſetzen des Eiſes das Waſſer. Warum die Kälte nach Schnee oft größer wird? Die kalte Luft, welche den Schnee verurſachte, fängt nun an für ſich allein zu herrſchen u. d. m.

Ein anderes fürchterliches wäſſeriges Meteor ſind die ſogenannten Waſſerhoſen, Waſſerſäulen, Wetterſäulen, Seehoſen, Waſſertrompeten. Man verſteht

steht hierunter diejenige Erscheinung, bey welcher sich eine stärkere oder schwächere Wassersäule in Form eines umgekehrten Kegels oder Sprachrohrs mit Geräusch von einer Wolke herab gegen das Meer erstreckt, bisweilen auch umgekehrt eine aus dem Meere emporsteigt, von einem Orte zum andern fortruckt, sich in einem Wirbel dreht, und auf den Schiffen, oder, wenn sie das Meer verläßt, auf dem festen Lande große Verwüstungen anrichtet. Auch auf dem Lande entstehen zuweilen, wiewohl seltener, dergleichen Wettersäulen oder Wetterwirbel, wobey sich entweder die herabgestreckte Wolke oder die erhobene Säule von Staub, Sand und Erde mit schnellen Wirbeln fortbewegt, und Häuser, Bäume, nebst allem, was sie sonst auf ihrem Wege antrifft, mit sich fortreißt und zerstört. Eine Beschreibung dieses Meteors findet sich schon in den ältern Zeiten; neuere sehr merkwürdige in Dampier's Reisen [o]), und in den philosophischen Transactionen [p]), aus welchen sie bey Musschenbroek [q]) und Bergmann [r]) genommen sind; ferner in den Abhandlungen der Pariser und schwedischen Akademie der Wissenschaften [s]), und aus

o) Voyage round the world in der Collect. of Voyages. Lond. 1729. 8. Vol. I. p. 452. Vol. III. p. 182.

p) Vol. XXII. num. 270. p. 805. Vol. XXIII. num. 277. p. 1077. Vol. XXVIII. num. 428. p. 78. Vol. XLVI. n. 493. p. 248. Vol. LXVII. p. 477.

q) Introduct. ad philos. natur. T. II. Tab. LX.

r) Physikal. Beschreibung der Erdkugel a. d. Schwedischen. Greifsw. 1780. 8. Th. II. Taf. I. fig. 3.

s) Hist. de l'Acad. des sc. 1727. p. 4. 1741. p. 20. 1764. p. 32. Schwed. Abhandl. B. II. 1750. S. 285.

aus dieſen zuſammengetragen bey Franklin t). Von Wetterwirbeln auf dem Lande finden ſich ähnliche Beſchreibungen in den philoſophiſchen Tranſactionen und den Pariſer Memoiren u), auch von Dryfshout x) und Boscowich y).

Die Waſſerſäule hat oft mehrere Toiſen, bisweilen über 50, im Durchmeſſer, und breitet ſich oben gegen die Wolke trichterförmig aus. Wenn ſie aus dichtem Waſſer beſteht, ſo iſt ſie durchſichtig; meiſtentheils aber inwendig hohl, und von außen mit einer Menge zertheilter Tropfen umgeben, die rings um ſie einen Regen verbreiten, durch den ihr Anſehen trübe und dunkel wird. Das Meer ſcheint unter ihr aufzuwallen und einen Rauch von ſich zu geben, welcher nach der Säule zu in die Höhe ſteigt. Ihre Stellung iſt bisweilen lothrecht, bisweilen ſchief oder krummlinigt. Ihre Dauer iſt ſehr verſchieden; oft verſchwindet auch eine, und es kommen ſofort an ebendemſelben Orte andere wieder. Beccaria führt auch an, daß ſich die Waſſerhoſen zerſtreueten, wenn man ſcharfe Meſſer oder Degenklingen daran brächte.

Muſſchenbroek erklärt die Waſſerhoſen ſo, wie die Wetterwirbel auf dem Lande, aus dem Zuſammentreffen zweyer entgegengeſetzter Winde, welche eine

t) Exper. and obſervat. on electricity. Lond. 1769. 4. p. 231. ſqq.

u) Philoſ. Tranſ. Vol. XXIII. n. 281. p. 1248. n. 284. p. 1331. Vol. XXX. n. 363. p. 1097. Hiſtoir. de l'Acad. des ſcienc. de Paris. 1725. 1727. 1758.

x) Haarlemer Verhandlingen. III. Deel. p. 321.

y) Beſchreibung eines merkwürd. Wetterwirbels in Rom, im Hamb. Magaz. B. X. S. 523.

eine Wolke zwischen sich comprimiren, einen Theil derselben zu Wasser verdichten, und dieses schnell im Wirbel umtreiben. Fast dieselbe Erklärung giebt Andoque [z]), nur nimmt dieser nicht entgegengesetzte, sondern parallele Winde an, welche eine Wolke zwischen sich fassen.

Beccaria [a]) aber suchte diese Erscheinung mit vieler Wahrscheinlichkeit von der Elektricität herzuleiten. Er bemerkt, daß sich die Wasserhosen gemeiniglich in Monaten ereignen, wo sich Gewitter einzufinden pflegen; wie denn auch gemeiniglich Blitz, Regen oder Hagel vor denselben vorher zu gehen, damit begleitet zu seyn, oder darauf zu folgen pflegen. Bisweilen habe man weißliche oder gelbliche Flammen mit einer ungemeinen Geschwindigkeit dabey umherfahren gesehen. Endlich sey die Art, wie sie sich endigten, demjenigen vollkommen gleich, was etwa von der Verlängerung einer elektrisch gewordenen Wolke nach der See zu erwartet werden könne, indem das Wasser und die Wolke einander wechselseitig anziehen; denn sie ziehen sich plötzlich zusammen, und zerstreuen sich fast auf einmal; die Wolke steigt in die Höhe, und das Wasser unter derselben fällt wieder in eine gerade Linie mit der See. Die Aehnlichkeit zwischen den Erscheinungen der Wassersäulen und der Elektricität könne dadurch sichtbar gemacht werden, wenn man einen Wassertropfen an einen mit dem ersten Leiter communicirenden Drath hänge, und ein Gefäß mit Wasser darunter stelle. Unter diesen Umstän-

z) Histoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. 1727.

a) Elettricismo artific. e natur. p. 213.

Umständen nehme der Tropfen alle verschiedene Erscheinungen einer Wassersäule, sowohl bey ihrem Entstehen als auch in Ansehung der Form und des Verschwindens, an. Es fehle dabey nichts, als der Rauch, welcher vielleicht eine große Stärke der Elektricität erfordere, wenn er sichtbar seyn soll.

Auch Wilke [b]) sieht die Wassersäule als eine Art vom großen elektrischen Kegel an, der zwischen der stark elektrisch gewordenen Wolke und der See oder dem Erdboden entsteht. Er sucht diese seine Meynung durch folgende Erscheinung, die ihm vorgekommen ist, zu bestätigen. Am 20ten Jul. 1758 beobachtete er, daß eine sehr große Menge Staub von der Erde in die Höhe stieg, und ein Feld nebst einem Theile der Stadt, wo er sich damals befand, bedeckte. Zu derselben Zeit wehete nicht der geringste Wind, und der Staub bewegte sich sanft nach Osten, wo eine große schwarze Wolke zum Vorschein kam, welche, da sie sich seinem Scheitelpunkte näherte, seine Geräthschaft positiv elektrisch machte, und zwar in einem so starken Grade, als je durch natürliche Elektricität geschehen war. Diese Wolke gieng über seinen Scheitelpunkt hinweg, und zog sich allmählig nach Westen; der Staub folgte ihr alsdenn, und stieg immer höher und höher, bis er endlich eine dicke Säule in Gestalt eines Zuckerhuts darstellte, und zuletzt die Wolke zu berühren schien. Nicht weit davon kam eine andere große Wolke nebst einem langen Strome von kleinern Wolken herbey, welche sich schneller als die vorhergehende bewegten. Diese Wolken machten seine Geräthschaft negativ elektrisch,

b) Anmerk. über D. Franklin's Briefe. p. 348.

trisch, und als dieselben der positiven Wolke nahe kamen, fuhr ein Strahl durch die Staubwolke, durch die positive und negative Wolke, und, so viel sich wahrnehmen ließ, auch durch den ganzen Zug der kleinern negativen Wolken hindurch. Hiernächst verbreiteten sich die negativen Wolken, und löseten sich in Regen auf.

Sechstes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen solcher Erscheinungen, welche von den von selbst erfolgenden Mischungsveränderungen organischer Körper abhängen.

Die so wichtige Naturoperation, die Gährung der organischen Körper, ist lange Zeit nach Stahls Untersuchungen hierüber keiner weitern Nachforschung unterworfen worden. Stahls Nachfolger, Neumann, Junker und andere, welche seine Lehrsätze angenommen hatten, waren in dieselben Irrthümer, als Stahl, gefallen. Nur einige Bemerkungen und Versuche haben einige Physiker und Chemiker über diesen Gegenstand gemacht, ohne daß sie im Stande waren, richtige Begriffe von der Gährung überhaupt und ihrer verschiedenen Arten zu geben, geschweige denn eine richtige Theorie festzusetzen.

Hales c) glaubt, daß, wenn man die Gährung in dem zu seiner Zeit gewöhnlichen Sinne nehme, man nicht sagen könne, die Flüssigkeiten der Thiere

c) Vegit. Statiks.

re und Pflanzen wären in ihrem gesunden Zustande in Gährung begriffen; wenn man aber unter Gährung alle mögliche Grade der innern Bewegung der flüssigen Materien verstehe, so müsse man auch zugeben, daß sie in dem gesundesten Zustande der thierischen und vegetabilischen Körper statt finde, weil ihre Flüssigkeiten sowohl schwefelichte als elastische Theile in großer Menge besäßen. Wollte man nicht zugeben, daß die Pflanzen und Thiere bey ihrem Leben keinem Gährungsprocesse unterworfen wären, so könne man mit demselben Rechte schließen, daß sie gar keine Wärme besäßen.

Was die Fäulniß betrifft, so hatte schon der berühmte Kanzler Bacon angerathen, sie einer nähern Prüfung zu unterwerfen, weil sie die einzige Operation sey, die verborgensten Geheimnisse der Natur zu entdecken. Diese Bemerkung hatte dem D. Pringle[d]) Veranlassung gegeben, besonders da er Gelegenheit fand, faulende Krankheiten in großer Anzahl zu behandeln, sieben Abhandlungen über die septischen und antiseptischen Mittel in der Gesellschaft der Londner Akademie abzulesen. In der ersten Abhandlung zeigt er, daß die faulenden Substanzen nicht alkalinisch betrachtet werden müssen; die alkalischen Salze beförderten keinesweges die Fäulniß, und es gebe auch sehr wirksame antiseptische Mittel, bey welchen man keine Spur eines Alkali wahrnehme. Man finde sehr leicht, daß der seröse Theil des in Fäulniß übergegangenen menschlichen Bluts beynahe gar

d) Some experim. on substances resisting putrefaction in den Philos. Transl. n. 495. 496. Einige Versuche mit Materien, welche der Fäulniß widerstehen, von Pringle; in Hamb. Magaz. B. X. S. 300. f.

gar keine Spur eines Alkali zeige; denn der Veilchensyrup werde davon weder grün, noch brause er mit dem Vitriolspiritus. Man glaube gemeiniglich, daß die thierischen Substanzen, welche nach der Fäulniß einer Destillation unterworfen würden, sogleich eine große Menge flüchtiges Salz gäben; allein dieß finde nur beym Urin statt; und der seröse Theil des verdorbenen menschlichen Bluts gebe in der Destillation keinen alkalischen Liquor, oder einen solchen, welcher mit einer Säure brause, wie schon Boyle wahrgenommen habe. Der Urin hingegen, welcher eine so große Menge Alkali liefere, sey auch unter allen faulenden Substanzen am wenigsten schädlich.

Die tägliche Erfahrung überzeuge uns hinlänglich, daß die flüchtigen Salze nicht schädlich wären, man möge sie äußerlich oder innerlich gebrauchen; aber man sey beständig geneigt zu glauben, daß sie die Fäulniß beförderten, nicht allein in verschiedenen Arten von Krankheiten, sondern auch beym äußerlichen Gebrauche. Die Wirkungen, welche vom innern Gebrauche der flüchtigen Salze erfolgen, seyen zu sehr zusammengesetzt, als daß man daraus etwas sicheres bestimmen könne. Pringle brachte verschiedene Theile vom menschlichen Blute in destillirten Weinessig und in Hirschhorngeist, und nachdem er diese Infusionen während eines Monats mitten im Sommer beobachtet hatte, fand er die vom Hirschhorngeiste ein wenig veränderter als die vom Weingeiste. Er vermischte in einer Phiole eine und eine halbe Unze zu gleichen Theilen Ochsengalle und Wasser mit 100 Tropfen Hirschhorngeist, und in einer andern Phiole die nämliche Quantität Galle ohne flüchtigen Geist; beyde setzte er einer Wärme aus, die

der

der Wärme des menſchlichen Körpers gleich war; der Liquor in der letztern Phiole wurde in weniger als zwey Tagen faul, während der andere nicht die geringſte Veränderung erlitten hatte.

Hierauf übergoß er zwey Quentchen Ochſenfleiſch mit zwey Unzen Waſſer und einem halben Quentch. Hirſchhornſalz. In eine andere Phiole brachte er eben ſo viel Fleiſch und Waſſer mit einer doppelten Menge Meerſalz; und endlich in eine dritte Phiole dieſelbe Quantität Waſſer und Fleiſch, aber ohne Salz. Achtzehn Tage nachher, da die Infuſionen beſtändig einer Wärme von 100 Grad nach Fahrenh. ausgeſetzt geweſen waren, fand ſich das Gemiſch in der letzten Phiole verdorben; einige Stunden darauf wurde auch die andere Miſchung faul; aber das Fleiſch mit dem flüchtigen Alkali blieb beſtändig unverändert. Ein anderesmal brachte er drey Stücke Ochſenfleiſch in drey verſchiedene Töpfe, die beyden erſtern waren bedeckt mit Sägeſpäne und Kleye, und das dritte mit Hirſchhornſalz. Jene wurden in kurzer Zeit an der Sonnenwärme faul, das letztere aber erhielt ſich in demſelben Zuſtande länger als ein Jahr.

Aus dieſen und mehreren andern Erfahrungen ſchloß Pringle, daß die flüchtigen Salze die Fäulniß der thieriſchen Subſtanzen verhindern, und zwar auf eine weit wirkſamere Art, als das gemeine Salz; und man hat Grund zu vermuthen, daß ſie dieſelbe Wirkung innerlich gebraucht hervorbringen.

Auch hat Pringle verſchiedene Verſuche mit fixen Alkalien angeſtellt, und dieſe nicht weniger antiſeptiſch gefunden, als die flüchtigen Alkalien. Verbindungen mit Säuren und Alkalien widerſtanden

der

der Fäulniß nicht so sehr, als jede Substanz einzeln genommen. Im allgemeinen widerstanden aber die Neutralsalze weniger, als gewisse resinöse Substanzen.

Nachher hat Pringle versucht, das verdorbene Fleisch wieder in den vorigen Zustand zurückzubringen, ohne seine Zuflucht zu den destillirten Geistern oder den Säuren zu nehmen, welche vermöge ihrer Natur viel zu scharf und reizbar sind, als daß man sie zu dieser Wirkung anwenden könnte. Es gelang ihm, dieses durch eine Infusion mit Kamillenblumen zu bewerkstelligen; er hatte nämlich in diesen Liquor zwey Quentch. verdorbenes Fleisch gebracht, welches stank und specifisch leichter war als Wasser; es erlangte nach und nach seine natürliche Consistenz wieder, so daß es sich ein ganzes Jahr hindurch unverändert erhielt.

Ferner stellte Pringle Versuche mit dem Gelben vom Ey, mit der Leber, und mit dem serösen Theile des Bluts an, um zu sehen, ob dieselben Substanzen, welche der Fäulniß des Fleisches entgegen waren, denselben Effekt bey diesen Materien zeigten; er fand wirklich, daß sie dieselben ebenfalls erhielten, aber nicht in demselben Grade; der Salpeter z. B., welcher die größte antiseptische Kraft beym Fleische hatte, zeigte in diesem Falle die geringste u. s. f.

In der dritten und vierten Abhandlung untersucht Pringle diejenigen Substanzen, welche die Fäulniß befördern. Bisher war man der Meynung gewesen, daß alle fixe und flüchtige Alkalien die Fäulniß beschleunigten, welches aber Pringle durch seine bisherigen Erfahrungen widerlegt hatte. Dagegen fand er zu seiner Verwunderung, daß 20 oder 30 Gran Krebsaugen oder präparirte Kreide zu einer gewis-

wiſſen Quantität Fleiſch und Waſſer gethan nicht allein die Fäulniß beſchleunigten, ſondern auch ſo heftig machten, daß dadurch die Speiſe in wenigen Tagen in eine rotzartige Maſſe verwandelt ward; das ſonderbarſte war noch dieß, daß das Meerſalz, welches in einer Quantität von 1 oder $\frac{1}{2}$ Quentch. gebraucht ein ſo bekanntes antiſeptiſches Mittel iſt, in kleiner Doſe angewandt, z. B. 10 Grän zu zwey Quentch. Fleiſch und 2 Unzen Waſſer, die Fäulniß beförderte und augenſcheinlich vermehrte. Auch fand Pringle, daß mehligte Speiſen, z. B. ein Dekokt von Gries u. ſ. f. die Fäulniß nicht verzögerten, ſogleich aber ſiſtirten, wenn eine Säure hinzugethan wurde.

In den folgenden Abhandlungen führt Pringle noch eine Reihe von Erfahrungen auf, aus welchen folgt, daß die thieriſchen Subſtanzen, welche zur Fäulniß geneigt ſind, das Vermögen beſitzen, eine Gährung in den mehligten Stoffen zu erregen. Der verdorbene Speichel zeigt die nämliche Wirkung; aber in ſeinem natürlichen Zuſtande ſcheint er die Eigenſchaft zu beſitzen, die Fäulniß der Speiſen zu verhindern, und ihre Gährung und Erzeugung der Luft in den erſten Wegen zu mäßigen. Er mache die Gährung viel langſamer und weniger heftig, obgleich der berühmte Stahl behauptet habe, daß der Speichel die Gährung befördere. Zuletzt ſchließt er aus dieſer Theorie, daß nur ſehr ſtarke Perſonen von der Pflanzennahrung allein leben können, und daß ſie ſich nie ſowohl befinden und ſo lange leben, als diejenigen, welche ſich von thieriſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen nähren.

In der sechsten Abhandlung untersucht er diejenigen Substanzen, welche die Gährung der Speisen beschleunigen oder verzögern, und vermehren oder vermindern. Aus seinen Erfahrungen folgert er, daß die Geister, die Säuren, die bittern, aromatischen und die antiscorbutischen Pflanzen die Gährung verzögern. Aber die Galle hat ganz entgegengesetzte Wirkungen von denen der bittern Gewächse. Die Krebsaugen, die Austerschaalen, und das Meersalz in geringer Quantität, befördern und vermehren die Gährung; das Kalkwasser befördert weder dieselbe noch verzögert sie, so wie die Fäulniß; daher scheint es, daß die nährenden animalischen Stoffe die vorzüglich wirksamsten Mittel der Gährung im Magen sind.

Die siebente Abhandlung enthält endlich Erfahrungen und Beobachtungen über die Fäulniß des Bluts und anderer animalischer Stoffe. Pringle hat gefunden, daß der rothe Theil des Bluts besonders genommen eine weit stärkere Neigung zur Fäulniß zeigt, als der seröse Theil, und daß die Kruste, welche sich in hitzigen Krankheiten darauf bildet, unter allen Substanzen am stärksten zur Fäulniß geneigt ist.

Pringle's Erfahrungen hat vorzüglich Shaw [e]) mit der größten Genauigkeit wiederholt, und dieselben mit anderen vermehrt, welche hier aber anzuführen zu weitläuftig seyn würde.

Macbride [f]) hat diesen Gegenstand noch weiter verfolgt. Nach seiner Meynung ist die Ursache der

e) Chemical lectures, franz. übersetzt unter dem Titel: Essai pour servir à l'histoire de la putrefaction. à Paris. 1766. 8.

f) Experimental essays. Lond. 1764. 8. Dav. Macbride

der Fäulniß in der Entweichung der ſogenannten fixen Luft zu ſuchen, wovon bereits im dritten Kapitel das nöthigſte angeführt iſt.

Da alle thieriſche Subſtanzen zur Fäulniß viel geneigter ſind, als die vegetabiliſchen, ſo haben einige Aerzte und Chemiker, z. B. Boerhaave und Macquer, vermuthet, daß der Uebergang der vegetabiliſchen Subſtanzen und Nahrungsmittel in thieriſche durch eine Art von unvollkommener Fäulniß geſchehe.

Die bisher angeführten Bemerkungen betreffen bloß die mächtige Naturoperation, welche bey der faulen Gährung vorgeht, und man hatte hiebey vorzüglich die Abſicht, zu unterſuchen, was für Wirkungen verſchiedene materielle Stoffe auf kranke menſchliche Körper äußern könnten und würden, um ſie alsdenn als medieiniſche Mittel anwenden zu können. Was aber das ganze Gährungsgeſchäft betrifft, ſo blieb Stahls Werk das einzige ſeiner Art, und niemand unternahm es, etwas anders an ſeine Seite zu ſetzen, bis endlich Johann Chriſt. Wieglebs) das Geſchäft der Gährung in einer ganz neuen Anſicht darſtellte. Er ſetzt voraus, daß alle organiſche Körper nach ihrer innern Miſchung aus ſehr verſchiedenartigen Theilen, nämlich aus höchſt flüchtigen, elaſtiſchen, flüſſigen, klebrichten, auflöslichen und feſten Grundmaterien, von der Natur auf eine

bride's durch Erfahrung erläuterte Verſuche über verſchiedene Vorwürfe. a. d. Engl. durch Conr. Rahn. Zürch 1766. 8.

g) Neuer Beariff von der Gährung und den ihr unterwürf. Körpern. Weimar 1777. 8.

eine unnachahmliche und unbeschreiblich mannichfaltige Art zusammengesetzt und genau mit einander verbunden sind. Ihr organischer Bau aber scheine den in ihnen befindlichen häufigen elastischen Grundmaterien sehr zu widerstehen und zu verhindern, daß sie nicht gegen ihre Bestimmung daraus entweichen, und überhaupt, daß diese Körper bis zu dem bestimmten Endzweck ihres Daseyns dauern und aufbehalten werden können. Daher komme es nun wohl, daß, sobald ihr organischer Bau zerstört und die darin befindlichen Mischungen von dem Widerstande befreyet werden, sie auch in ihrer Art nicht länger dauern können, der Ausbruch der elastischen Materien alsobald anfängt, und dadurch die weitere Scheidung der übrigen Mischungen von einander Stufenweise erfolgt, wenn solcher Zerstörung nicht anderweitige Gränzen gesetzt werden.

Es gebe daher verschiedene Körper solcher Art, welche nach vorgegangener Versetzung in einen flüssigen Zustand, bey geringer Wärme an freyer Luft, in eine gewisse innere Bewegung gerathen, und dabey in ihrer natürlichen Mischung eine starke Veränderung erleiden. Dieser Vorgang und Wirkung werde Gährung genannt.

Nachdem nun Wiegleb sehr vielfältige genaue Beobachtungen angestellt und dabey alle Begriffe der Vorfahren bey Seite gesetzt hatte, so erkannte er endlich die Gährung für eine aus eignen natürlichen Kräften erfolgende allmähliche Aufschließung eines Körpers, der aus gewissen von einander verschiedenen gemischten Theilen besteht, und für eine dadurch von selbst erfolgende Scheidung desselben in verschiedene seiner unähnlichen Theile, nachdem der Körper zuvor

in einen flüssigen Zustand gebracht worden ist. Die Gährung sey daher der gerade natürliche Weg zur gänzlichen Zerstörung gewisser Körper, nachdem sie aus ihrer natürlichen Beschaffenheit und in einen flüssigen Zustand gekommen sind.

Es habe aber die Kunst Mittel gefunden, einer solchen angefangenen fortschreitenden Zerstörung, nach gewissen Perioden, Einhalt zu thun, um einige Bestandtheile solcher Körper, die auf diesem Scheidungswege aus ihrer vorigen Verbindung zum Vorschein kommen, zu anderweitigem Gebrauch davon absondern zu können.

Sollen aber die Körper in eine Gährung kommen, so müssen sie nothwendig erst in einen flüssigen Zustand versetzt werden. Hiernächst erfolgt bey mäßig warmer Luft eine sichtbare sehr gelinde innere Bewegung, die sich durch kleine aufsteigende Luftbläschen mit einem kleinen Geräusch, wie auch durch einen stark und flüchtig riechenden Geist sinnlich zu erkennen giebt. Ja es fangen auch hiebey dergleichen Körper nach und nach sich selbst zu erheben an, und schwellen auf. Diese sichtbare innere Bewegung aber fängt aus eigenen natürlichen Kräften des gährenden Körpers an, und dauert so lange fort, als dieses Vermögen währt; worauf alsdann die Flüssigkeit in ihre vorige Ruhe kommt, und diese Gährungsart beendigt ist. Während dieser innern Bewegung, und sogleich mit deren Anfang, geht in dem im flüssigen Zustande sich befindenden Körper eine merkliche Veränderung vor. Denn obgleich eine solche Flüssigkeit vorher sehr hell und durchsichtig seyn kann, so wird sie doch nach und nach trübe werden, aus allen Orten Luftbläschen nach der Oberfläche nebst einem

elas-

elastischen flüchtigen Dunst treiben, und endlich erdige und schleimige Theile ober- oder unterwärts von sich ausscheiden. Ferner entdeckt sich nunmehr auch in der endlich wieder hell gewordenen Flüssigkeit der bekannte ätherische brennbare Geist und eine offenbare Säure durch den Geruch, die beyde durch die Destillation daraus abgeschieden werden können. Aus diesen Erscheinungen, sagt Wiegleb, kann man nun wohl nichts anders erkennen, als daß hiebey eine Scheidung des gährenden Körpers in verschiedene seiner unähnlichen Theile vorgegangen sey.

Es wird aber durch solche Scheidungsart der gährende Körper nicht in alle seine Bestandtheile zerlegt; sondern es werden der Erfahrung nach nur einige seiner einander unähnlichen Bestandtheile, nämlich der brennbare Geist und die Säure, durch die Entweichung der elastischen Luft, welche so sinnlich erkannt wird, aus ihrer vorigen genauen Verbindung gebracht, und zur anderweitigen Abscheidung geschickt gemacht, bleiben aber dabey dennoch unter einander gemischt, bis die Abscheidung durch künstliche Unterstützung erfolgt. Die übrigen gröbern Mischungen desselben Körpers aber, die keine solche flüchtige Theile besitzen, bleiben in dem noch unvollkommen geschiedenen Rückstande unzerstört übrig. Endlich ist auch noch zu bemerken, daß diese Scheidung nicht auf einmal im ganzen Körper, sondern nur allmählig und in einer gewissen Zwischenzeit erfolgt.

Wiegleb glaubt daher nicht, daß durch oder während der Gährung etwas Neues entstehe, oder aus den vorher aufgelößten Theilen zusammengesetzt werde, was zuvor nicht in demselben Körper gewesen wäre,

wie man vormals der Meynung geweſen ſey. Er hält ſich vielmehr überzeugt, daß durch und während der Gährung nichts weiter geſchieht, als eine bloße Entwickelung der vorher mit einander verbundenen Theile, die nun leichter von einander abgeſondert, und zu einem beſtimmten anderweitigen Gebrauche ſinnlich zum Vorſchein gebracht werden können. Hätte man die Gährung, fährt er fort, für nichts anders als eine bloße freywillige Aufſchließung der zuſammen verbundenen auflößlichen Miſchungen der organiſchen Körper erkannt, ſo würde man gar keine Urſache gehabt haben, über das Geheimnißvolle dieſer Operation ſich zu beſchweren. So lange aber freylich der uneingeſchränkte Begriff von der Entſtehung neuer Subſtanzen unſere Augen verkleiſtert habe, wäre es nicht möglich geweſen, daß der Nebel der Vorurtheile hätte zerſtreuet, und der wahre Erfolg der Gährung in ſeinem unverfälſchten Lichte erkannt werden können.

Hiernächſt beobachte man aber auch, daß ſich nicht alle Körper in der Gährung auf einerley Art verhalten, ſondern von verſchiedenen Erſcheinungen begleitet werden, auch nach deren Vollendung ganz verſchiedene Dinge zum Vorſchein bringen.

Es liefern nämlich alle ſüße ſaftige Früchte überhaupt, imgleichen alle Getreidearten, hierdurch geiſtvolle weinigte Flüſſigkeiten, und gähren mit häufigen aufſteigenden Luftbläschen, Geräuſch und mit einem ausfahrenden elaſtiſchen flüchtigen Dampfe. Und nach dieſer geendigten Periode geht in eben dieſen Körpern noch eine andere von jener verſchiedene Art der Gährung, oder vielmehr eine andere fortſchreitende Scheidung, ohne ausfahrende und aufſteigende Luftbläschen,

jedoch

jedoch immer noch mit Bemerkung eines flüchtigen elastischen Dunstes ohne merkliche Bewegung in der Flüssigkeit fort, wobey alsdann eine Säure zum Vorschein kommt. Wird aber hernach der immer fortschreitenden Scheidung, durch Entziehung der freyen Luft, nicht Einhalt gethan, so geht auch endlich in derselben Flüssigkeit die letzte Scheidung und die eigentliche gänzliche Zerstörung der noch übrigen unter allen am haltbarsten gewesenen Mischung vor; und diese wird von einem üblen Geruch begleitet und die Fäulniß genannt. Daraus erhellet also, daß diese Körper zu einer dreyfachen Art von Gährung geschickt sind, oder vielmehr, daß die Gährung in diesen Körpern von einer dreyfach verschiedenen Erscheinung begleitet werde.

Dagegen gehen andere Körper gleich nach veranlaßter innerer Bewegung und Aufschließung geradeswegs in saure Gährung, und dann in Fäulniß über; können aber in keine geistige Gährung gerathen.

Es giebt aber auch noch andere Körper, die weder in eine geistige noch saure Gährung gebracht werden können, sondern bey einer veranlaßten Gährung geradeswegs in Fäulniß übergehen; worunter manche schleimige Gewächse, vornämlich aber die allermeisten thierischen Theile gehören.

Hieraus erkenne man nun ganz deutlich, daß es eigentlich drey verschiedene Arten von Gährung gebe, wenn man nämlich nach den verschiedenen Erscheinungen und vorkommenden Dingen, die dabey bemerkt würden, urtheile, obgleich die Wirkung an und für sich selbst in allen Fällen einerley, nämlich eine freywillige natürliche Scheidung, bleibe; an welchem

chem Unterschiede aber einzig und allein die Körper selbst, die dieser Wirkung überlassen werden, Schuld sind.

Stelle man nun über diesen Punkt eine Untersuchung der vor allen andern zur Gährung geschickten Körper, z. B. der saftigen Früchte, Getraidearten, Hefen, Sauerteig, Honig, Zucker, Rosinen und anderer mehr, an, so finde man bey der chemischen Bearbeitung, daß sich in ihnen eine vorzügliche Menge Luft verkörpert aufhält. Diese Beobachtung verbreite schon ein helles Licht über jene Erscheinung dieser Körper, wenn in ihnen die Gährung veranlaßt worden ist. Denn hiebey fangen diese Körper an, sich merklich in die Höhe zu heben, und steigen wohl oft gar über das Gefäß hinaus, wenn dasselbe mit der gährenden Materie etwas zu weit angefüllt worden ist. Daraus erkenne man doch wohl sehr deutlich, daß in derselben Mischung ein sich ausspannender Körper befindlich seyn müsse, der hier vermöge seiner Wirksamkeit durchzubrechen und sich in Freyheit zu setzen suche; und daß solcher nichts anders, als eine in dem innern Wesen des gährenden Körpers verschlossen gewesene Luft seyn müsse, versicherten uns schon hier unsere Sinne, wenn wir auch durch die chemische Untersuchung von ihrer wirklichen Gegenwart in diesen Körpern zum voraus nicht überzeugt werden könnten.

Nach Wiegleb's Vorstellung befindet sich die Luft in solchen Körpern mit der elementarischen Feuermaterie verbunden, daraus der während der geistigen Gährung ausbrechende bekannte prickelnde elastische Dunst bestehe; denn es sey ihm nicht bekannt, daß bloße reine Luft durch Natur und Kunst in einen solchen

chen Zustand gebracht werden könne, daß sie einen so flüchtigen beißenden Geruch oder Geschmack erlangte, wie man es doch an dem unter der geistigen Gährung ausbrechenden Dunste sinnlich bemerke. Dagegen sey es von der ganzen atmosphärischen Luft unläugbar, daß sie fast zu allen Zeiten eine große Menge von der theils unmittelbar von der Sonne ausströmenden, theils aus den zerstörten Körpern weichenden allgemeinen Feuermaterie in sich nehme und mit sich verbinde. Wer sollte aber wohl zweifeln, daß die Luft unter dieser Beschaffenheit, eines Nebenanfanges, mit in die Zusammensetzung der Körper eingehen könnte? so wie es auch von ihr bekannt genug sey, daß sie mit dem aufgenommenen Wasser auf ähnliche Art verbunden in die organischen Körper unaufhörlich eingeführt werde.

Dennoch wolle er gern über diesen Punkt nachgeben, so viel bleibe aber immer unläugbar gewiß, daß hier ausbrechende Luft vorhanden sey. Könnte man es beweisen, daß die stechende oder prikkelnde Eigenschaft der verkörpert gewesenen und nun so eben in Ausdehnung begriffenen Luft hinzukomme, und daß sie bloß reine Luft sey, so lasse er es sich gern gefallen. Allein er wisse nicht, daß die sogenannte fixe Luft, die durch Säuren aus den alkalischen Salzen und auflößlichen Erdarten getrieben werde, eben dieselbe Eigenschaft haben sollte, als diejenige, die unter einer wahren Gährung entwickelt werde. Und wenn dieses auch seyn sollte, so wäre dennoch erst durch überzeugende Versuche darzuthun, daß in beyden Fällen die Luft sich in einem ganz reinen und unvermischten Zustande befinde.

Ferner entdecke man in dieſen Körpern, die zur Gährung geſchickt ſind, ſalzig-ſchleimige Theile, welche ſich in den allermeiſten dieſer Körper durch Einweichung oder Auskochung ſchon vor der Gährung ſehr deutlich erkennen ließen; ſo wie ſie auch nach deren Vollendung offenbar zum Vorſchein kämen.

Eben ſo gewiß finde man auch eine Säure in ihnen vorhanden, die bey chemiſcher Unterſuchung durch die Deſtillation im freyen Feuer davon abgeſchieden und alſo bewieſen werden könne, daß ſolche auch nach vollbrachter Gährung noch gegenwärtig befunden werde. Den öligten Beſtandtheil, den man bey der gewaltſamen Bearbeitung mit Feuer zugleich erhalte, ziehe er in keine Erwägung, weil ſolcher eigentlich unter die angeführte ſchleimige Miſchung als weſentlicher Beſtandtheil gehöre.

So viel könnten wir nach den bekannter Maaßen angenommenen eigentlichen Scheidungsoperationen von den wahren Beſtandtheilen der zur Gährung geſchickten Körper erkennen, in ſo fern wir in ihnen den Grund der Gährung ſelbſt aufſuchen wollten, ſo lange man die Gährung für keine Scheidungs-Operation ſelbſt annehme. Wenn wir aber in der Beobachtung fortführen und erwägten, daß der angenehme Geruch des Obſtes aller Art, den man noch beſſer an dem friſch ausgepreßten Obſtſafte bemerke, der ſich auch ſogar unter der damit angeſtellten Gährung nicht verändere, als in ſo weit, daß er nur immer ſtärker und freyer zum Vorſchein komme, mit dem Geruche des bloßen Weingeiſtes, den man aus dem vergohrnen Moſte erlange, die größte Aehnlichkeit habe; wenn man ferner an den beſondern ätheriſchen bälſamiſchen Geruch gewiſſer Gewächſe, worin doch

kein

kein ätherisches Oel entdeckt werden könne, z. B. der Lindenblüthen, imgleichen des Birkenlaubes, gedenke, und sich erinnere, daß auch Marggraf aus den erstern Blüthen ohne allen Zusatz einen wahren Weingeist vermittelst der Gährung gezogen habe; so gebe uns dieß den wahren Aufschluß von Boerhave's spiritus rector, und wir müßten alle Beweiskraft unserer Sinne verläugnen, wenn wir daraus nicht erkennen wollten, daß auch der ätherische brennbare Geist, der nach der Gährung aus diesen Körpern erhalten werde, einer von ihren wahren Bestandtheilen sey, und bereits vor der Gährung in ihnen enthalten seyn müsse.

Eben dieser ätherische brennbare Geist könne zwar bekannter Maaßen auf keine andere Art als vermittelst der Gährung aus solchen Körpern zum Vorschein gebracht werden; dieß berechtige uns aber noch gar nicht, seine Erscheinung zum Vortheil einer alten tief eingewurzelten grundfalschen Hypothese als ein vor der Gährung nicht vorhanden gewesenes, hier aber erst neu erzeugtes Wesen anzusehen, aus dem seichten Grunde, weil ohne Gährung derselbe Geist aus diesen Körpern nicht dargestellt werden könne. Wie falsch und trüglich dieser Grund sey, sehe man aus der erwiesenen und erkannten Wahrheit, daß auch das überaus stark riechende flüchtige Alkali in den trockensten unriechbarsten Knochen nach seinem ganzen Wesen, als ein wahrer Bestandtheil derselben, befindlich sey; ohnerachtet sich solches durch den bloßen Geruch gar nicht, durch gewisse kunstmäßige Behandlungen nur dessen Gegenwart, durch Hülfe des Feuers aber dasselbe nach seiner ganzen Menge, als darin vorhanden, entdecken lasse. Eben so gewiß sey auch

der ätheriſche brennbare Geiſt aus oben angeführten Gründen ein weſentlicher Beſtandtheil jener Körper, aus welchen er durch die Gährung erhalten werde, und liege ſchon ſicherlich ſeinem ganzen Weſen nach in ihnen verborgen, wie die übrigen ausgeſchiedenen Miſchungen, die hiernächſt mit zum Vorſchein kämen; ſo wie es auch demnach nicht erwieſen werden könne, daß derſelbe, nach einer bloßen willkührlichen Meynung, unter und während der Gährung neu erzeugt werde. So gewiß alſo die ausbrechende Luft, die Säure, und die übrige ſchleimig-erdige Miſchung in dieſen Körpern befindlich ſey und daraus geſchieden werden könne, eben ſo gewiß befinde ſich auch der ätheriſche brennbare Geiſt in dieſen zuſammen verbundenen Miſchungen ſchon vor der Gährung im natürlichen Zuſtande.

Weil aber dieſer Geiſt mit der ganzen Miſchung eines ſolchen Körpers feſt verbunden ſey, und doch eine ſo überaus flüchtige Natur beſitze, ſo ſey es ganz unmöglich, daß er durch die übrigen Scheidungswege, die allezeit durch Hülfe des Feuers geſchehen müßten, zum Vorſchein gebracht werden könnte. Sollte derſelbe alſo aus ſeiner Verbindung befreyet hervor kommen, ſo müſſe es nothwendig durch eine ſolche gelinde ſeiner Natur gemäße Aufſchließung der verbundenen Miſchungen geſchehen, wie ſie in der Gährung vorgehe; wobey er zugleich in der vorhandenen Feuchtigkeit aufbehalten werde, daß er nicht alſobald bey ſeiner Entbindung in die Luft entweichen könne.

Es müßten demnach alle zur Gährung geſchickt ſeyn ſollende Körper aus ungleichartigen, aber gemiſchten Theilen beſtehen, und in dieſer natürlichen Miſchung vor allen andern hauptſächlich eine vor-

vorzügliche Menge Luft enthalten, welche in einer Vermischung in bloßem Wasser auflößlicher salzigschleimiger Theile, bald mit, bald ohne einen ätherischen brennbaren Geiste sich befinden. Der brennbare Geist sey es aber nur eigentlich, durch dessen Gegenwart einzig und allein die Körper zur geistigen Gährung bestimmt würden; dergestalt, daß alle diejenigen, in welchen derselbe nicht vorhanden sey, auch nimmermehr dazu geschickt befunden würden, sondern unmittelbar entweder zur sauren oder faulen Gährung übergehen.

Nach diesem Begriffe sehe man nunmehr auch sogleich die Ursache ein, warum die Körper des Mineralreichs zur Gährung ungeschickt wären. Sie besäßen zwar oft Luft genug, aber es sey solche in ihnen entweder mit einer bloßen Erde, oder mit andern festen metallischen oder andern gröbern erdpechartigen Theilen verbunden; die im bloßen Wasser auflößlichen salzigschleimigen Theile aber, nebst dem ätherischen brennbaren Geiste, fehlten ihnen gänzlich; folglich finde bey ihnen keine freywillige Entweichung flüchtiger elastischer Theile statt, und deßwegen seyen sie auch zur Gährung ganz und gar unvermögend.

Also beruhe der ganze Unterschied, daß nicht alle und jede Körper zu einerley Art der Gährung geschickt befunden werden, einzig und allein auf den natürlichen Bestandtheilen der Körper und deren verschiedenem Verhältniß. Bald besäßen die Körper die erforderliche Menge Luft nicht, oder es fehle ihnen der brennbare Geist; oder die salzigschleimige Mischung enthalte zu wenig salzige und desto mehr schleimige Theile; oder das salzige Wesen in der salzigschleimigen Mischung sey bald von saurer,

bald

bald von alkalischer Beschaffenheit, und dabey entweder mit dem brennbaren Geist verbunden, oder nicht. Alle diese und noch andere ähnliche veränderte Beschaffenheiten verursachten die unbeschreiblichen Veränderungen, die man während des Gährungsgeschäfts bey verschiedenen Körpern bemerke.

Diejenigen Körper nun, welche bey einer natürlichen sauersalzigschleimigen Mischung, die sich durch einen süßlichen Geschmack offenbare, mit einer Portion brennbarem Geiste auch zugleich eine ansehnliche Menge Luft verkörpert enthielten, seyen einzig und allein zur geistigen und Wein-Gährung geschickt, und diese lieferten nach deren Vollendung den aus ihnen unter dieser Operation entwickelten brennbaren Geist; nach weiterer veranlaßten Scheidung aber auch Essig. Darunter gehöre nun alles saftige Obst, alle Getraidearten, süßliche Wurzeln und andere Gewächse mehr. Aller dieser erwähnten Körper salzigschleimige Mischung werde allemal von einer sauren Beschaffenheit befunden; es entwickele sich aber diese Säure erst alsdann vornämlich, wenn sie ihren ätherischen brennbaren Geist verloren hätten. In diesen Körpern müsse die geistige Gährung allemal vorangehen, und könne nie in umgekehrter Ordnung erfolgen. Bey den saftigen Gewächsen unter diesen Körpern könne man wohl die Regel festsetzen: daß diejenigen, die die meiste Süßigkeit zu erkennen gäben, auch den meisten brennbaren Geist lieferten; so wie im Gegentheil diejenigen, welche die wenigste süßligschleimige Mischung oder gar eine vorzügliche Säure spüren ließen, auch die geringste Menge oder gar keinen solchen Geist gäben.

Andere

Andere Körper hingegen, die bey einer sauersalzigschleimigen Mischung und einem fast gänzlich mangelnden süßen Geschmack zwar Luft genug, aber keinen ätherischen brennbaren Geist enthielten, ihn wenigstens auf keine Weise, selbst durch die Gährung nicht, zu erkennen gäben, geriethen unmittelbar bey veranlaßter innerer Bewegung in saure Gährung, wiewohl es vielleicht seyn könne, daß sich auch hier wirklich eine Portion von brennbarem Geiste befinde, der aber wegen der geringen Menge sich nicht erkennen, noch weniger abscheiden lasse. Wenigstens könnte man solches beynahe aus der bestätigten Erfahrung schließen, daß in Sibirien aus der Milch, sowohl von Pferden als andern Thieren, ohne Zuthun anderer Gährungsmittel von den dasigen Einwohnern Branntwein abdestillirt werde. Es müßte denn seyn, daß die dasigen Erdgewächse, womit sich jene Thiere ernähren, geistreicher als unter unserm Himmelsstriche wären; oder daß in jenem Lande die Thiere mit mehreren Getraidearten als hier gefüttert würden.

Aus dieser beschriebenen Art von Gewächsen erkenne man auf die einleuchtendste Weise, daß der brennende Geist während der Gährung aus gewissen angenommenen Grundtheilen unmöglich erst zusammengesetzt und erzeugt werde. Denn diese Körper enthielten in ihrer Zusammensetzung Luft, saure, brennbare und erdige Theile, gährten mit aufsteigenden Luftblasen, wie ein Obstsaft, und gäben dennoch keinen brennbaren Geist von sich. Warum könnte nun dieser hier nicht auch entstehen? Es bleibe also wohl vielmehr richtig, daß er in denjenigen Körpern seinem ganzen Wesen nach schon wirklich befindlich seyn müsse, aus welchen er vermittelst der Gährung

erhal-

erhalten werde, und daß er, wo er nicht vorhanden iſt, auch während der Gährung nimmermehr entſtehen könne.

Diejenigen Körper endlich, welche keinen ätheriſchen brennbaren Geiſt enthielten, in deren ſalzigſchleimigen Miſchung die ſchleimigen Theile die Oberhand hätten, von welcher Art die meiſten Pflanzen wären; diejenigen Körper, deren ſalzigſchleimige Miſchung mehr von einer alkaliſchen oder mittelſalzigen Natur ſey und dabey keinen brennbaren Geiſt beſäßen, ob ſie gleich auch Luft genug enthalten könnten, welche Miſchung man in den thieriſchen Körpern und deren allermeiſten Theilen finde, dieſe ſeyen weder zur geiſtigen noch ſauren Gährung geſchickt, ſondern giengen bey entſtehender innerer Bewegung unmittelbar zur Fäulniß über. In einem dieſem ähnlichen Zuſtande befänden ſich auch zuletzt alle diejenigen Körper, welche die geiſtige und ſaure Gährung ausgeſtanden hätten. Denn, nachdem die flüchtigen Theile derſelben, welche ſie eben zu einer anders gearteten Gährung beſtimmt hatten, verloren gegangen, ſo komme alsdann in ihren Rückſtänden eben dasjenige Verhältniß hervor, das zum unmittelbaren Uebergange zur Fäulniß erfordert werde, indem nunmehr die ſchleimigen Theile vor den andern die Oberhand erhielten. In dieſer ihrer letztern Auflöſung beſtehe nun eigentlich die Fäulniß. Daher kämen nun alle und jede organiſche Körper, ohne Unterſchied, darin überein, daß ſie am Ende insgeſammt in Fäulniß übergiengen, und alſo durch dieſe letztere Scheidung der annoch übriggebliebenen Miſchung gänzlich aufgelößt und bis auf die einfachſten natürlichen Elemente zerſtört würden.

Es müsse aber auch noch der Grund erwogen werden, woher es komme, daß verschiedene zur geistigen und sauren Gährung geschickte Körper dennoch verschiedene weinigte oder eben so verschiedene saure Flüssigkeiten lieferten. Wenn die geistige Gährung in einem Körper vollendet sey, und die gährende Mischung vornämlich nur ihre elastische Luft verloren und die gröbsten schleimigen Theile ausgestoßen habe, so beruhe doch immer noch die Beschaffenheit der übrigbleibenden weinartigen Flüssigkeit auf dem natürlichen Verhältniß der vermischten Bestandtheile des vergohrnen Körpers gegen einander. Denn wenn die sauersalzigen Theile der salzigschleimigen Mischung nur mit einer geringen Portion einer eigentlichen schleimigen Mischung, aber mit einer vorzüglichern Menge des brennbaren Geistes, nach Entweichung der Luft und Abscheidung der gröbern Theile, übrig geblieben sind, so werde eine solche Flüssigkeit Wein genannt. Wenn aber die natürliche auflößliche Mischung des vergohrnen Körpers, nach dem Verlust der Luft und Abscheidung der gröbern Theile, von der Beschaffenheit sey, daß die sauersalzigen Theile von einer mitverbundenen klebricht- und schleimartigen Mischung überwogen und immer noch gleichsam eingewickelt gehalten würden, dabey aber eine geringere Menge von einem brennbaren Geiste, in Vergleichung mit einer wahren weinartigen Mischung, besäßen, dann werde diese geistige Flüssigkeit Bier genannt.

Von eben der verhältnißmäßig natürlichen Mischung der der Gährung unterworfenen Körper rühre auch der Unterschied her, den man zwischen dem Wein- und Bier-Essig deutlich bemerke. Der erstere werde aus Körpern bereitet, die eine weniger schleimige Mischung, und

mehr

mehr vorſtechende ſalzige Theile enthielten; daher beſitze auch derſelbe weniger ſchleimige Theile und deſto mehr freye Säure; und eben deßwegen habe er auch eine ſo helle durſichtige Farbe und eine minder ſchäumende Eigenſchaft. Der letztere hingegen werde aus den mehr ſchleimigen Fruchtkörnern verfertigt, worin ſich die Säure in einem geringern Verhältniß befinde; aus dieſer Urſache entdecke man auch eine weit mehr ſchleimige Miſchung in ihm, und eben daher beſitze er auch nie den Grad der Säure und den reinen Geſchmack als jener, behalte immer ein trübes Anſehen und ſchäume ſtark, nach eben dem Verhältniß, als das Bier viel mehr klebrichte und ſchleimige Theile als der Wein beſitzt.

Eben daher rühre es auch, daß das Bier, imgleichen der Birn- und Pflaumenſaft, wie auch andere ſehr ſüße Säfte mehr, viel ſpäter ſäuerten, als Trauben- und Aepfelſaft, indem die letztern Arten weniger ſchleimige Theile und mehr ſauerſalzige als die erſten enthielten, die ſich alſo eher aus der ſchleimigen Verbindung loßreißen und befreyet zum Vorſchein kommen könnten. Wie denn auch ſchon dadurch die Säurung beſchleunigt werden könne, wenn ein ſolcher Saft mit Waſſer verdünnt werde, wodurch die ſchleimige Miſchung mehr zertheilt und die Säure alſo ſich deſto eher davon entwickeln und offenbaren könne; wie ſolches aus der Erfahrung von dem ſogenannten Lauer bekannt ſey, der viel eher ſäure, als der beſte Obſtſaft, aber eben wegen ſeiner ſtarken Verdünnung auch dem weitern Fortſchritt zur Fäulniß viel eher unterworfen ſey.

Der Grund, warum in den beſchriebenen Fällen die natürliche ſchleimige Miſchung immer noch

angetroffen werde, nach dem Verhältniß, als sie in den Substanzen ist, woraus der Wein oder Essig bereitet wird, beruhe darauf, daß weder in der geistigen noch sauren Gährung eine eigentliche Auflösung der ganzen schleimigen Mischung vorgehe. Diese daure durch beyde Arten der Gährung, und werde endlich nur erst durch die Fäulniß aufgelößt. Es scheine also, daß die Verbindung in der schleimigen Mischung selbst fester sey, als die Verbindung der schleimigen Mischung mit der Säure und dem ätherischen Geiste, weil diese Verbindung aufgelößt werden könne, und jene Mischung sich dabey immer noch erhalte.

Die bisher beschriebene Gährung werde nun eigentlich veranlaßt durch eine starke Ausdehnung der auflößlichen Mischung in einer wäßrigten Flüssigkeit, vermittelst einer Versetzung der beschriebenen Körper in einen flüssigen Zustand. Hierdurch werde nun zuvörderst die ganze Mischung der auflößlichen Bestandtheile zur weitern Trennung und Abscheidung von einander geschickt gemacht; indem nunmehr der Widerstand der Gefäße aufhöre, und also die im Saft befindlichen flüchtigen elastischen Theile, ihrer Natur gemäß, durchzubrechen und zu entweichen anfangen könnten. Durch die sichtbaren Kennzeichen dieses Durchbruchs und der vorhergehenden Ausscheidung unterscheide sich diese Wirkung und chemische Operation vor allen andern, und werde Gährung benannt.

Unter die allgemeinen Hülfsmittel werde das Wasser und die äußerlich angebrachte Wärme gerechnet. Das Wasser gehöre an und für sich selbst nicht mit zur Materie, die in Gährung gehe, sondern müsse allezeit nur als eine fremde leidende Materie und als

das eigentliche Behältniß angesehen werden, in welchem die Gährung vor sich gehe. Es mache solchergestalt nur das nothwendigste Werkzeug aus, ohne welches keine Gährung möglich sey; indem nach aller Beobachtung keine Gährung statt finde, ohne die gährenden Materien in einen flüssigen Zustand zu versetzen. Hiebey verrichte es aber nichts mehr, als daß es die zur Gährung bestimmten Mischungen der Körper ausdehne, und dadurch zur Entbindung und Scheidung ihrer ungleichartigen Bestandtheile von einander Gelegenheit gebe; die alsdann von einander getrennten flüchtigen auflößlichen Theile aber in sich aufnehme, und dem Künstler zur fernern Abscheidung darbrächte. Mehr thue es dabey nicht.

Die Wärme werde der zur Gährung bestimmten Materie anfänglich durchs Wasser, oder wenn diese Materie schon selbst hinlänglich flüssig ist, von einem warmen Orte beygebracht. Im erstern Falle würden die trocknen Körper vermittelst der Wärme des Wassers besser ausgezogen, und deren Verbindung dadurch kräftiger geöffnet. In beyden Fällen aber würden durch die Wärme die in der gährenden Materie befindlichen elastischen flüchtigen Theile zum Ausbruch und Entweichung gereizt. Nach einmal veranlaßter innern Bewegung aber werde sie ferner durch die in der Mischung des gährenden Körpers sich befindende elementarische Feuermaterie, die während der Gährung sich ebenfalls von den mit verbundenen Theilen loßreisse, unterhalten.

Ob nun gleich die natürliche Mischung verschiedener Körper, insbesondere aber der Trauben- und Obstsaft, von der Beschaffenheit sey, daß darin, ohne alle weitere fremde Beyhülfe, aus eigenen Kräften

die

die innere Bewegung oder die Gährung sofort ihren Anfang nehmen und auch vollendet werden könne; so sey es dennoch bey vielen andern Körpern, worin sich nämlich eine starke schleimige Mischung befinde, nöthig, durch gewisse künstliche Hülfsmittel die zweckmäßige innere Bewegung zu veranlassen und zu befördern, damit in diesen Körpern keine unordentliche Auflösung vor sich gehe. Hierunter seyen die sogenannten Fermente zu verstehen, welche theils aus einer solchen Mischung bestehen, die sich bereits in derjenigen innern Bewegung befinde, die man bey den der Gährung unterworfenen Körpern hervorbringen wolle; theils auch von der Beschaffenheit sind, daß sie ihrer Natur nach von der erwarteten innern Bewegung nur den Anfang machen könnten. Unter die erstern gehörten die Hefen und der Sauerteig; unter die letztern aber ein nach einander erfolgender Zusatz einer Säure und eines alkalischen Salzes, imgleichen der Weingeist, Weinstein und der Weinessig selbst auf verschiedene Art angebracht.

Der richtigste Begriff von einem Fermente sey dieser: daß dessen ganze Wirkung bloß darin bestehe, die zur Gährung bestimmte Materie zu einer zweckmäßigen und naturgemäßen Auflösung und Scheidung zu veranlassen. Daraus folge, daß ein Ferment nothwendig wirksame bewegende Theile besitzen müsse.

Da man nun bey einer veranstalteten weinigten oder geistigen Gährung bey überaus mäßiger Wärme beobachte, daß die erste Wirkung von der in der gährenden Materie verkörperten Luft vor sich gehen müsse; nach deren Entweichung, wenn sie anders auf eine mäßige Art erfolgt sey, alsobald auch der dadurch nun befreyete brennbare Geist, wie auch die

Säure, zum Vorſchein kommt; ſo erkenne man auch ganz deutlich, daß ein Ferment, das zur Veranlaſſung einer geiſtigen Gährung angewendet werden ſolle, von einer ſolchen Beſchaffenheit ſeyn müſſe, daß es ſehr viel Luft und auch geiſtige Theile, als die erforderlichen nothwendigen Werkzeuge, enthalte, damit die zweckmäßige Bewegung und Scheidung in den ähnlichen Theilen hierdurch veranlaßt werden könne. Das allerbeſte ſchicklichſte Ferment dieſer Art ſeyen die bekannten Hefen, das aus der bey einer andern vorgegangenen geiſtigen Gährung ausgeſchiedenen ſauerſalzigſchleimigen Materie beſtehe, das aber zugleich mit einem großen Theile Luft und wirklichem brennbaren Geiſte vereinigt ſey; welche beyde letztere Subſtanzen in der vorhergegangenen Gährung zu gleicher Zeit ausgeſchieden worden, und darin hangend verblieben ſind.

Weil nun hieraus erhelle, daß in den Hefen die Luft und der flüchtige brennbare Geiſt die eigentlichen wirkſamen Theile ſind, die eine geiſtige Gährung in einem andern hiezu ſchicklichen Körper veranlaſſen können, ſo laſſe ſich auch der wahre Grund erkennen, warum Hefen, die ſchon eine Zeitlang an freyer Luft geſtanden haben, zu dieſem Endzweck nicht mehr recht tauglich befunden werden. Denn ſie verlieren hiebey in einer gewiſſen Zwiſchenzeit ihre elaſtiſche Luft ſowohl, als den in ihnen enthaltenen brennbaren Geiſt, und alſo ihre eigentlich wirkſamen Theile; folglich bleibt denn nur allein die ſauerſalzig-ſchleimige Miſchung noch übrig, und darum werden ſie nun ſaure Hefen genannt und taugen zu nichts weiter, als höchſtens zur Veranlaſſung der Eſſiggährung.

Aus dieſen Begriffen erkenne man ferner, daß ein ſolches Ferment auf verſchiedene Art durch

die

die Kunst zusammengesetzt werden könne. Demnach geschehe es auch, daß bey gewissen Vorfällen in sehr süßen schleimigen Mischungen bloß durch den nach und nach hinter einander erfolgenden Zusatz einer Säure und eines aufgelößten alkalischen Salzes, nebst etwas Weingeist, die Gährung erregt werden könne; wovon hier eigentlich bloß die von gedachten Salzen während der Vermischung ausbrechende fest gewesene Luft, nebst dem ebenfalls elastischen Weingeist, als die veranlassende erste Ursache anzusehen sey. Aus eben dem Grunde könne auch das bloße Wasser, das auf eine künstliche Art mit sogenannter fixer Luft geschwängert worden, die Gährung des Teiges sehr befördern.

Man habe aber nicht allein auf die in einem Fermente gegenwärtigen wirkenden Theile, nämlich auf die Luft und den brennbaren Geist und deren Erhaltung, das ganze Augenmerk zu richten, weil ein solches Ferment nur so lange gut bleibe, als es diese Theile noch besitze; sondern man müsse auch in allem Bedacht dahin trachten, daß auch diese wirkenden Theile sowohl beym ersten Anfange einer dadurch veranlaßten Gährung, als auch während ihrer ganzen Dauer nicht verloren giengen. Wenn daher eine zur Gährung bestimmte Materie in dem Zeitpunkte, da ihr ein Ferment zugesetzt werden soll, wärmer sey, als es die flüchtigen Theile desselben ihrer Natur nach aushalten könnten: oder wenn in der Zwischenzeit, da die Gährung vor sich gehe, zufälliger Weise eine starke Wärme einfalle; so geschehe es mehrentheils in beyden Fällen, daß die Gährung etwas ungestüm vor sich gehe, wobey alsdenn viele flüchtige Theile in die äußere Luft entwichen, und die erwünschte Absicht

vielmals vereitelt werde. Hierin liege der Grund, daß im Sommer mehr ſaure Biere gangbar ſind, als im Winter; imgleichen, daß die Branntweinbrenner im Sommer wenigern Branntwein zur Ausbeute bekommen, als im Winter.

Bey einer Gährung würden nicht alle unter einander verbundene Miſchungen zugleich aufgeſchloſſen. Die Auflöſung müſſe langſam, nach und nach, ſtufenweiſe, naturgemäß und ſo zu ſagen rückwärts wieder geſchehen, ſo wie die Miſchungen vorwärts von der Natur zuſammen verbunden worden wären. Es ſollten nur dabey die Verbindungen der Miſchungen, aber nicht die Miſchungen ſelbſt aufgelößt werden.

Es müſſe alſo auch bey dem Zuſatze eines Ferments dahin geſehen werden, daß es in hinlänglicher Menge angewendet werde; wozu nöthig ſey, daß man ſich den zu erreichenden Endzweck wohl vor Augen ſtelle; ob man nämlich hierdurch die ganze Maſſe, wie beym Branntweinbrennen, oder nur zum Theil, wie bey der Biergährung, aufſchließen wolle; demnach die Menge der zur Gährung beſtimmten Materie mit den Wirkungskräften des Ferments vergleiche, und daraus die nöthige Menge des letztern zu beſtimmen ſuche.

Wenn nun auf ſolche Art gewiſſe Körper die geiſtige Gährung ausgeſtanden hätten, ſo ſeyen ſie alsdann vermögend, in die ſaure Gährung überzugehen. Diejenigen aber, welche ihrer natürlichen Miſchung nach zur geiſtigen Gährung nicht geſchickt ſind, könnten gerades Weges in ſaure Gährung verſetzt werden. Hierzu müßten nun bey denjenigen Körpern, welche eine ſtarke ſchleimige Miſchung enthielten, wieder andere Hülfsmittel oder Fermente angewendet werden.

Wenn

Wenn die erstern Körper ihre elastische Luft und ihren brennbaren Geist entweder verloren und in die freye Luft geschickt hätten, oder letzterer durch eine Destillation daraus abgeschieden sey; so bleibe von ihnen noch eine ungeschiedene sauersalzig-schleimige Mischung übrig; und von eben dieser Beschaffenheit seyen auch die andern Körper, die von Natur gerade zur sauren Gährung übergiengen. Der Endzweck nun, der bey diesen Körpern erreicht werden soll, wenn man mit ihnen eine Gährung veranstaltet, bestehe darin, daß die in ihnen befindlichen sauren Theile von der gröbsten erdig-schleimigen Mischung befreyet, und in einer reinern Beschaffenheit zum Vorschein gebracht würden. Dieses müßten nun die hiezu schicklichen Fermente oder Zusätze bewirken helfen, und ihr größter Vorzug müsse darin bestehen, daß sie die schleimig-erdigen Theile abscheiden, die Säure selbst aber nicht verderben, sondern sie vielmehr nur befreyen und in ihre reinere Natur versetzen könnten. Diese Fermente müßten also von ganz anderer Beschaffenheit, als die erstern seyn, und schon selbst eine ähnliche saure Natur besitzen. Hiezu könnten nun vor allen andern dienen: wohlgesäuertes Brod, die Stiele von Weintrauben oder Rosinen, Weinstein, eine Portion Weinessig selbst, auch wohl ein Zusatz von Weingeist, bey einer äußerlich angebrachten Wärme.

Die faulende Gährung, als die dritte Art der gährenden Auflösung, betreffe eigentlich die ganze noch vorhandene übergebliebene Mischung, worunter vornämlich die schleimig-klebrichten Theile und Verbindungen gehörten. Hierdurch würden endlich alle organische Körper und ihre Mischungen gänzlich aufgelößt.

gelößt. Hiezu seyen aber keine veranlassende Hülfsmittel oder zu beobachtende Regeln nöthig, weil sich auf diesem Wege die Natur nicht verirren könne.

Wiegleb macht sich demnach von dem ganzen Erfolge der Gährung folgende Vorstellung, wobey er nochmals voraussetzt, daß die in den gährenden Materien verkörperte Luft entweder allein, oder in Verbindung mit der elementarischen Feuermaterie, unter der Beschaffenheit eines besondern Nebenanfanges das vornehmste wirkende Hülfsmittel der Gährung ausmache. Wenn man nun eine entweder von Natur flüssige Substanz, oder einen durch heißes Wasser ausgezogenen trocknen und also durch die Kunst in eine flüssige Beschaffenheit gebrachten Körper von der obbeschriebenen Mischung vor sich habe, so befinde sich solcher unter dieser Ausdehnung in einem solchen Zustande, daß seine elastischen flüchtigen Theile durch ihre natürliche Neigung zur Entweichung jetzt gleich in Bewegung gesetzt und dadurch von einander geschieden werden könnten. Demnach geschehe es nun auch hier, daß durch eine äußerlich angebrachte Wärme, oder durch ein elastisches Ferment, die eben erwähnten elastischen Theile eines solchen Körpers gereizt würden; wodurch dann also der erste Grund zu ihrer Bewegung, und der darauf nach und nach erfolgenden stufenweisen Auflösung und Scheidung gelegt werde. Nothwendig müsse die angebrachte Wärme die elastischen Bestandtheile der aufgelößten ausgedehnten Mischung vorzüglich zum Ausbruch reizen. Da nun hierunter die in der Mischung der unter einander verbundenen unähnlichen Bestandtheile sich befindliche Luft unfehlbar am ersten in Wirksamkeit gesetzt werden müsse, so sey es gar kein Wunder, daß man auch

gleich,

gleich, wenn man den Anfang der Gährung erkenne, häufige kleine Luftbläschen in der ganzen flüssigen Mischung entstehen sehe, und an der Oberfläche mit einem schwachen Geräusche zerspringen höre. Da nun in allen Körpern der Natur, wie in der ganzen Natur selbst, die regelmäßigste und zweckmäßigste Verbindung erkannt werde, und daß zum Triebwerk und zur Unterhaltung des Ganzen immer ein Theil in den andern eingreife, so sey es auch hier eine nothwendige Folge, daß, sobald aus der Mischung eines gährenden Körpers nur ein einziger nothwendiger Bestandtheil zu entweichen anfange, auch sofort in der ganzen Mischung eine zur weitern Auflösung abzielende Veränderung vorgehen, und besonders bey fortdauernder Veranlassung hiezu die Entweichung und Abscheidung anderer mitverbundener Theile nothwendig erfolgen müsse. Demnach breche also, wo nicht mit der Luft zugleich, doch gewiß unmittelbar darauf, die mitverbundene elastische elementarische Feuermaterie hervor, und entweiche zugleich mit ihr. Von eben der ausbrechenden Feuermaterie rühre es auch ohnfehlbar her, daß die der Mischung anfänglich beygebrachte Wärme, während der allgemein entstandenen innern Bewegung, immer neuen Zuwachs bekomme, und in dem Grade unterhalten werde, bis endlich die ganze Aufschließung allmählig erfolgt sey. Die Entweichung dieser beyden flüchtigen Materien müsse aber auch nothwendig mit der fernern Abscheidung noch anderer Theile begleitet werden; und demnach geschehe es auch, daß nun die Ausscheidung des ätherischen brennbaren Geistes, der Säure und der übrigen gröbern schleimigen Mischung nachfolge. Diese im Innern des flüssigen Körpers nun einmal angefangene sichtbare Bewegung und Scheidung der Mi-

ſchung bringe alle Augenblicke in andern noch unaufgeſchloſſenen Theilen eben dieſen bewegenden Austritt und Scheidung hervor; ſo wie eine jede aus dem brennenden Weingeiſte oder andern brennbaren Körpern ausfahrende Flamme die zunächſt ſich befindenden brennbaren Theile immer ebenfalls wieder zu gleicher Auflöſung und feurigen Ausbruch reize, und auf ſolche Art einen an einander hangenden Feuerſtrom verurſache; bis endlich nach und nach im ganzen Körper die Scheidung der von den elaſtiſchen Theilen abhangenden Miſchung vollendet worden, welches ſich durch die nachlaſſende innere Bewegung deutlich bemerken laſſe, worauf nun die gröbern erdigſchleimigen Theile ſich zu Boden ſetzen, andere aber, die noch mit flüchtigen elaſtiſchen Theilen vermiſcht ſind, ſich auf die Oberfläche begeben; die ſauren aber, nebſt dem brennbaren Geiſte, mit der zartern ſchleimigen Miſchung vergeſellſchaftet in der hellen Flüſſigkeit aufgelößt gefunden würden. Hiermit wäre nun die geiſtige Gährung vollbracht, woraus der in der übriggebliebenen flüſſigen Miſchung befindliche brennbare Geiſt, ſeiner flüchtigen Natur gemäß, vermittelſt der Deſtillation abgeſchieden werden könne.

Wenn man nun aber bey einer ſolchen vergohrnen Materie den darin zum Vorſchein gekommenen Geiſt nicht achte, im Fall derſelbe wegen ſeiner unbeträchtlichen Menge oder wegen anderer Unbequemlichkeiten die Abſcheidung nicht belohne, und man gerades Weges aus der übergebliebenen Flüſſigkeit den Eſſig bereiten wolle, ſo müſſe wenigſtens ſolche nunmehr von dem Bodenſatz ſorgfältig abgezogen, und entweder bloß für ſich allein, oder nach Gutdünken durch einen Zuſatz von einem ſauren Fermente, an

einem

einem warmen Orte in einem offen stehenden Gefäße von seiner noch anhängenden schleimigen Mischung befreyet werden. Diese Wirkung gehe sehr langsam vor sich, und erfordere verschiedene Monate, ehe sie vollbracht werde. Hiebey bemerke man gar keine ausweichende Luftbläschen mehr, sondern der ganze Saft verhalte sich vollkommen ruhig. Alle Veränderung, die man daran beobachte, bestehe darin, daß die Flüssigkeit nach und nach trübe werde, einen Bodensatz fallen lasse, vornämlich aber auf der Oberfläche eine glatte fest zusammenhaltende schleimige Haut absetze. Durch den Geruch aber entdecke man, daß von der ersten Zeit an, bis sich die Säure offenbare, ein geistiges Wesen beständig ausdunste. Wenn nun endlich der Saft eine ganz helle Durchsichtigkeit, nebst einem reinen sauren Geschmack erlangt habe, und sich auf der Oberfläche keine glatte Haut mehr absondere, so sey auch nun die saure Gährung vollendet, worauf der helle Essig auf ein reines bereits mit Säure geschwängertes Gefäß abgezogen und wohl verspundet werde.

Unter dieser Wirkung bringe der noch dabey befindliche Geist einen doppelten Nutzen; nämlich er verwahre den sauersalzig-schleimigen Saft vor dem Verderben, befördere aber auch selbst die Befreyung der Säure aus der schleimigen Verbindung; während dieser Dienstleistung aber entweiche er zugleich nach und nach in die Luft, und gehe also eigentlich in den Essig nicht mit ein, wie man sich bisher immer eingebildet habe. Aus diesem Grunde dürften auch eben die Fasse, die eine säuernde Flüssigkeit enthielten, nicht voll gefüllt werden, damit die Flüssigkeit eine ausgebreitete Oberfläche habe; und eben darum dürften

ten sie nicht zugespundet werden, damit der brennbare Geist daraus verdunsten könne; zu gleichem Endzwecke müsse auch die dicke Haut, die die ganze Oberfläche überziehe und die Entweichung des Geistes verhindere, so oft sie entstanden, zu Boden gestoßen werden.

Nachdem nun Wiegleb auf diese Art die allgemeinen Grundsätze der Gährung festgesetzt hat, so zeigt er insbesondere, wie man hiernach bey der Bereitung des Weins, Biers, Branntweins und Essigs zu Werke gehen müsse.

Was die Fäulniß betreffe, so mache sie eigentlich eben sowohl nur eine besonders geartete Gährung aus, wie die Wein- und Essiggährung, deren Unterschied lediglich nur in der Verschiedenheit der Grundtheile und Mischung desjenigen Körpers gegründet sey, in welchem diese Wirkung vorgehe.

Es bestehe aber eigentlich die Fäulniß in denjenigen Körpern, worin eine oder die andere, oder auch beyde Arten, die saure und geistige Gährung, vorhergegangen, in der gänzlichen zerstörenden Aufschließung der bis hieher noch übriggebliebenen unaufgeschlossenen Mischungen, die beyde Arten ausgehalten hätten. Vornämlich betreffe solches hier die eigentliche schleimige Mischung, und wenn die Säure nicht zuvor ausgeschieden und abgesondert worden, diese auch selbst mit. Wo jene beyden Arten aber, nach der natürlichen Beschaffenheit des Körpers, nicht vorfallen könnten, da geschehe durch sie einzig und allein die zerstörende Aufschließung dieser Körper. Sie sey also kürzlich das allgemeine und vollkommene zerstörende Auflösungsmittel von allem, was zur organischen Mischung gehöre.

Gleich-

Gleichwie nun aber diese Mischung sehr verschieden sey, eben so werde man auch allemal die Umstände bey der faulen Gährung verschieden finden. Denn fast bey einem jeden Körper seyen die dabey vorkommenden Erscheinungen verschieden; anders faule das Fleisch, anders das Blut, anders der Urin, anders die Milch, anders die Galle, anders die Kräuter, anders das Obst, und wieder anders das Holz; eine jede Fäulniß von diesen habe ihren eigenen Geruch; auch gehe immer eine Materie vor der andern geschwinder in Fäulniß.

Wo diese Auflösung einmal in einer Mischung anfange, da könnten ihr auch keine von den lockerern mehr zusammengesetzten Mischungen widerstehen; alle ölige, fettige, schleimige Theile, und die sauersalzige Mischung selbst würden durch sie zerstört. Nur allein das feuerbeständige und flüchtige Alkali, wie auch andere Arten Mittelsalze und etwa das bey befindliche Mineralsäuren, so wie die Grunderde, als Wesen von einer einfachern und festern Mischung, seyen die einzigen Ueberbleibsel, über welche die faulende Gährung keine zerstörende Macht zu besitzen scheine.

Wasser, Wärme und Luft, seyen die vornehmsten Beförderungsmittel der Fäulniß, und die in der Natur überall bereitliegenden Werkzeuge. Wir hätten also gar nicht nöthig, zu ihrer Beförderung gewisse Regeln aufzusuchen; die Natur verfehle in ihrem freyen Laufe ihre letzte große Absicht niemals. Vielmehr aber hätten wir Ursache, beständig wider sie zu streiten, da sie das schädlichste Gift aller organischen Geschöpfe sey, wovon doch ein jedes schon den Keim des Verderbens bey sich führe; daher könnten

wir

wir es endlich doch nicht verhindern, daß ſie uns überwinde. Ihre ganze Erkenntniß müßten wir lediglich dahin anzuwenden ſuchen, wie wir ſie ſo lange als möglich verhindern könnten. Zu dem Ende ſcheine es nothwendig zu ſeyn, daß wir erſt eine wahre Erkenntniß von ihr zu erlangen ſuchen müßten, wie ſie entſtehe und vor ſich gehe.

Eine als richtig erkannte Wahrheit ſey es, daß die Fäulniß eine wirkliche Gährungsart ſey, wodurch beſonders geartete Miſchungen aufgeſchloſſen würden, und wobey das Waſſer, wie bey jenen Arten, das nothwendigſte Hülfsmittel ausmache. Dieſe beſonders gearteten Miſchungen müßten wir nun etwas näher betrachten, um die in ihnen vorgehende Gährungsart näher kennen zu lernen. Es würden darunter alle diejenigen Miſchungen verſtanden, die durch die geiſtige und ſaure Gährung nicht aufgeſchloſſen werden können; ſie würden zuſammen unter der ſalzig-ſchleimigen Miſchung begriffen.

Wenn man nun dieſe ſich ſelbſt überlaſſe, und, um alles recht deutlich beobachten zu können, ſolche in einen flüſſigen Zuſtand verſetzt habe, ſo beobachte man hier eben, wie bey einer geiſtigen Gährung: die ausbrechende Luft gebe ſich durch Bläſen auf der Oberfläche zu erkennen, die Flüſſigkeit werde trübe, es weiche ein ſtinkender Geruch davon, ein Schlamm ſetze ſich zu Boden, und die Oberfläche werde mit einem ebenfalls faulenden ſtinkenden Schleim überzogen, der nach und nach immer trockener werde, der erdigen Natur näher komme, und ſich zu Boden ſetze; die Feuchtigkeit dunſte endlich alle in die Luft, und hinterlaſſe nichts als eine todte Erde, welche das fixe Salz enthalte, das in derſelben Miſchung ſeiner Natur

tur nach gewesen wäre. Untersuche man ferner, was dasjenige sey, das als ein stinkender Geruch entweiche, indem man hierzu einen solchen in Fäulniß stehenden Körper in ein Destillirgefäße einschließe, und davon alle Feuchtigkeit bis zur Trockniß abziehe, so finde es sich, daß es eigentlich das flüchtige Alkali sey, das unter dieser verlarvten Gestalt größtentheils entweiche.

Dieß sey die Beschreibung des wahren Erfolgs bey der Fäulniß, woraus klar erhelle, daß alles, was hiebey vorgehe, nichts anders als Scheidung sey, die mit der Entweichung der Luft aus der schleimigen Mischung hier ebenfalls, wie bey der geistigen Gährung ihren Anfang nehme, und bis zur gänzlichen Zerstörung aller Mischungen fortdaure.

Auch müsse man den Essig selbst noch als eine solche zusammengesetzte Mischung betrachten, die durch die Fäulniß zerstört werden könne; denn er enthalte außer seiner eigenthümlichen Säure immer noch eine zarte Schleimigkeit, und auch dabey noch wirkliches flüchtiges und fixes Alkali. Selbst auch die eigentliche reine Säure des Essigs, worunter er den destillirten versteht, sey immer noch eine solche zusammengesetzte Mischung, aus einer zwar zartern Schleimigkeit, flüchtigem Alkali und der besondern Säure bestehend.

Da man nun aus dem beschriebenen Vorgange während der Fäulniß ersehen könne, und alle Urtheile der neuern Naturforscher darin übereinkämen, daß der Anfang der Fäulniß auf der Entweichung der natürlicher Weise dergleichen Körpern einverleibten Luft beruhe, und daß sie ihr eigentliches Bildungs- und Erhaltungsmittel sey; da man ferner aus dem vorhergehenden

den deutlich erkenne, daß der Weingeiſt und die Säure der faulenden Gährung am meiſten widerſtehen; ſo dürfe man wohl nicht unbillig dieſe Erkenntniß ſehr wichtig nennen, deren rechte Anwendung für das menſchliche Geſchlecht von den wohlthätigſten Folgen werden könne.

Aus dieſem Angeführten erhellt, daß Wiegleb zwar ſchon richtigere Begriffe von dem Gährungsgeſchäffte hatte, als Stahl und diejenigen, welche deſſen Grundſätze angenommen hatten; allein ſeine Theorie iſt noch ſehr weit von der Vollkommenheit entfernt. Es war ihm noch gänzlich unbekannt, wie hiebey Waſſer, Wärme und Luft wirken. Nicht lange darnach aber ward dieß mit einiger Wahrſcheinlichkeit etwas bekannter, wie in der Folge gezeigt werden ſoll.

Siebentes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von der Elektricität.

Verſuche mit Körpern, welche die Elektricität beweiſen, nebſt verſchiedenen Bemerkungen über die Elektricität.

Hawksbée hatte bereits verſchiedene wichtige Entdeckungen in der Lehre von der Elektricität gemacht, und dadurch Veranlaſſung zu weitern Unterſuchungen gegeben. Gleichwohl wurde aber dieſe Lehre gegen zwanzig Jahre unterbrochen, und zwar zu einer Zeit, da man bemüht war, alle Theile der Wiſſenſchaften zu einem höhern Grade der Vollkommenheiten zu bringen. Die Urſache hievon war wohl ohne

ohne Zweifel keine andere als diese, daß die größten Physiker auch die größten Mathematiker waren, welche sich mehr mit Bestreitung und Ausbildung der Newton'schen Theorie und Vervollkommnung der nicht lange vorher entdeckten Rechnung des Unendlichen beschäftigten.

Erst nach dieser Zeit fieng Stephan Gray von neuem wieder an, diesen Gegenstand mit unermüdetem Fleiße zu bearbeiten h). Er hatte bey den mit einer gläsernen Röhre und mit einer an das Ende eines kleinen Stabes angebundenen Pflaumfeder angestellten elektrischen Versuchen öfters bemerkt, daß, als die Fäserchen derselben nach der Röhre zu angezogen waren, diese beym Wegführen der Röhre an dem Stäbchen hängen blieben, als wenn dieses ein elektrischer Körper gewesen oder als wenn dem Stäbchen oder der Pflaumfeder einige Elektricität mitgetheilt worden wäre. Dieß brachte ihm auf den Gedanken, ob nicht etwa die Feder, wenn sie durch seine Finger gezogen würde, dieselbe Wirkung äußern möchte. Beym ersten Versuche gelang ihm dieß; die Fäserchen der Pflaumfeder wurden von seinem nahe daran gehaltenen Finger angezogen, und bisweilen ward der obere Theil der Feder mit ihren Stielen ebenfalls angezogen. Das nämliche fand er auch an folgenden Substanzen: Haare, Seide, Linnen, Wolle, Papier, Leder, Holz, Pergament und Rindsdarm, worin Goldblätter geschlagen worden. Alle diese Stoffe machte er sehr warm, und einige derselben ganz heiß, bevor er sie rieb. Er bemerkte, daß aus der Seide und dem Linnen, insbesondere aber aus einem Stücke Druckpapier, welches mit dem Kar-

h) Philos. Transakt. 1731. 1732.

Kartenpapier von gleicher Beschaffenheit ist, Licht im Dunkeln hervorkam. Diese Substanz brachte nicht nur, wenn sie so heiß war, als es seine Finger ertragen konnten, ein Licht hervor, sondern es kam auch, wenn er seine Finger nahe daran hielt, ein Licht zum Vorschein, welches mit einem Knistern begleitet war, gleich demjenigen, das durch eine gläserne Röhre, wiewohl nicht in einer so großen Entfernung von dem Finger, hervorgebracht ward. Dieser Versuch leitet auf eine sehr wichtige Entdeckung in der Elektricität; nämlich, die Mittheilung dieser Kraft von elektrischen Körpern an Körper, bey welchen man dieselbe durch Reiben nicht hervorbringen kann; wie auch zur genauern Unterscheidung elektrischer Körper von nichtelektrischen. Diese Entdeckung ward auf folgende Art gemacht.

Im März 1729. erinnerte sich Gray nach einigen fruchtlosen Versuchen, Metalle durch Erhitzen, Reiben und Hämmern anziehend zu machen, an eine gewisse Vermuthung, die er seit einigen Jahren gehegt hatte, daß nämlich eine gläserne Röhre, wenn sie im Finstern gerieben ward, ihr Licht verschiedenen Körpern mittheilte, und denselben zugleich auch eine Elektricität gab, worunter man bisher bloß die Kraft, leichte Körper anzuziehen, verstanden hatte. Zu dieser Absicht ließ er sich eine Röhre machen, welche 3 Fuß 5 Zoll lang war und beynahe 1 und $\frac{2}{10}$ Zoll im Durchschnitte hatte, und versah jedes Ende mit einem Korkstöpsel, damit, wenn die Röhre ungebraucht blieb, kein Staub hinein kommen könnte. Die ersten Versuche, welche er bey dieser Gelegenheit anstellte, hatten zur Absicht, zu versuchen, ob er etwa einen Unterschied beym Anziehen der Röhre bemerken könne, wenn

wenn dieselbe an beyden Enden verstopft war, oder wenn sie gänzlich offen stand; allein er konnte keinen merklichen Unterschied bemerken. Indessen ereignete sich bey diesem Versuche, daß, als er eine Pflaumfeder dem obern Ende der Röhre gegen über hielt, er fand, daß dieselbe nach dem Stöpsel hin flog, indem sie von demselben eben so angezogen und zurückgestoßen ward, als von der Röhre selbst. Hierauf hielt er die Feder dem flachen Ende des Stöpsels gegen über, und bemerkte, daß sie verschiedene mal nach einander angezogen und abgestoßen ward, worüber er sich verwunderte und zugleich daraus schloß, daß von der elektrisch gemachten Röhre dem Stöpsel wirklich eine anziehende Kraft mitgetheilt worden sey.

Hiernächst steckte er eine elfenbeinerne Kugel auf einen fichtenen Stab, der ungefähr 4 Zoll lang war, und fand, als er das andere Ende desselben in den Kork hinein steckte, daß die Kugel sogar weit stärker, als es der Kork gethan hatte, die Feder anzog und abstieß, indem sie das Anziehen und Abstoßen verschiedenemal wiederholte. Nachher steckte er die Kugel auf lange Stäbe und auf Messing- und Eisendrath, und fand den nämlichen Erfolg; er bemerkte aber, daß die Feder von dem Drathe, unerachtet er ihn sehr nahe an die Röhre hielt, nie so stark angezogen ward, als von der Kugel an dessen Ende.

Wenn er einen etwas langen Drath gebrauchte, so ward durchs vorgenommene Reiben mit der Röhre ein Schwanken in ihm verursacht, und dadurch die Arbeit beschwerlich: dieses brachte dem Herrn Gray auf den Gedanken, ob nicht etwa, wenn die Kugel an einem Bindfaden befestigt, und mittelst ei-

ner Schleife an der Röhre aufgehängt würde, die Elektricität längſt dem Faden hinab nach der Kugel geleitet werden könnte, welches auch, wie er erwartete, wirklich erfolgte. Auf dieſe Art hieng er verſchiedene Körper an ſeine Röhre, und fand, daß ſie insgeſammt auf gleiche Weiſe Elektricität anzunehmen fähig waren. Nachdem er dieſe Verſuche mit den leichteſten Rohr- und Schilfſtäben unternommen hatte, ſtieg er auf einen 26 Fuß hohen Balcon, befeſtigte eine Schnur an ſeine Röhre, und fand, daß die Kugel am Ende derſelben leichte Körper, welche unten auf dem Hofe lagen, anzog. Hierauf ſtieg er noch höher, ſteckte ſeine langen Rohrſtäbe in das Ende ſeiner Röhre, befeſtigte eine lange Schnur an das Ende der Rohrſtäbe, und verſuchte, die Elektricität in weit größern Entfernungen, als vorher geſchehen war, zu führen, bis er, nachdem er ſie nicht ferner ſenkrecht fortleiten konnte, zuletzt verſuchte, ſie horizontal fortzuleiten; und aus dieſen Verſuchen entſtand eine Entdekkung, welche er beym Anfange im geringſten nicht vermuthete.

Bey der erſten Probe machte er an jedes Ende eines Bindfadens eine Schleife, vermittelſt welcher er ihn mit dem einen Ende an einen Nagel, der in einen Balken eingeſchlagen war, aufhieng, ſo daß das andere Ende herab hieng. Durch die herabhängende Schleife ſteckte er die Schnur, woran ſeine elfenbeinerne Kugel befeſtigt war, und brachte das andere Ende derſelben, durch eine Schleife, an ſeiner Röhre an, ſo daß auf ſolche Art ein Theil der Schnur, längſt welcher die Elektricität hinab geleitet werden ſollte, derjenige nämlich, woran die Kugel befeſtigt war, ſenkrecht hieng, der übrige Theil der Schnur

aber

aber horizontal lag. Nach dieser Vorrichtung brachte er das Metallblättchen unter die elfenbeinerne Kugel, und rieb die Röhre, wobey sich aber nicht das geringste Zeichen eines Anziehens äußerte. Hieraus schloß er, daß, wenn die elektrische Kraft bis an die Schleife des Bindfadens, welcher am Balken hieng, käme, sie in denselben hinauf nach dem Balken zu gienge, und nichts davon, oder nur sehr wenig, hinab zur Kugel käme; jedoch konnte er damals keine Methode, wie dieses zu verhindern wäre, erdenken.

Als nun Gray im Jun. 1729 den Herrn Wheeler, um bey ihm Versuche zu machen, besuchte, und dergleichen von den größten Höhen aus, welche das Haus gestattete, angestellt hatte, ward Wheeler begierig zu untersuchen, ob sie nicht etwa die elektrische Kraft in einer größern Entfernung horizontal leiten könnten. Gray erzählte ihm damals seinen fruchtlos abgelaufenen Versuch, welchen er zu dieser Absicht angestellt hatte; worauf Wheeeler den Vorschlag that, die zu elektrisirende Schnur, statt an einen Bindfaden, an einen seidenen Faden zu hängen; und Gray sagte ihm, daß dieses in Ansehung seiner Dünne allerdings besser seyn dürfte, indem wahrscheinlich weniger Kraft längst demselben davon gehen würde, als bey der dicken hanfenen Schnur, welche er vorher gebraucht hatte, geschehen war. Durch dieses Mittel gelang es ihnen weit über ihre Erwartungen.

Der erste Versuch, welcher hiernach angestellt wurde, geschah auf einer mit Matten bedeckten Gallerie in Wheeler's Hause am 2. Jul. 1729 ohngefähr um 10 Uhr Vormittags. Ohngefähr 4 Fuß von dem Ende der Gallerie zogen sie eine Schnur

quer über den Platz hinweg. Der mittlere Theil dieſer Schnur war Seide, das übrige Bindfaden. Alsdann legten ſie die Schnur, woran die elfenbeinerne Kugel hieng und wodurch die elektriſche Kraft zu derſelben von der Röhre geleitet werden ſollte, und welche 80½ Fuß lang war, quer über dieſe ſeidene Schnur, ſo daß die Kugel ohngefähr 9 Fuß unter derſelben hieng. Das andere Ende der Schnur war vermittelſt einer Schleife an die Röhre befeſtigt, welche ſie am andern Ende des Platzes durch Reiben elektriſch machten. Nach dieſer Vorbereitung legten ſie das Metallblättchen unter die elfenbeinerne Kugel, wo alsdann, beym Reiben der Röhre, daſſelbe angezogen, und eine Zeitlang in der Luft frey ſchwebend gehalten ward.

Da ihnen die Gallerie nicht erlaubte, eine einfache Communicationsſchnur länger zu ziehen, ſo verſuchten ſie, die Schnur wieder umzukehren, und machten ſie alſo beynahe zweymal ſo lang, als die Gallerie war, oder ohngefähr 147 Fuß, welches vollkommen gut von ſtatten gieng. Da ſie aber vermutheten, daß das Anziehen ſtärker ausfallen dürfte, wenn die Schnur nicht zurückgeführt würde; ſo bedienten ſie ſich einer Schnur, welche 124 Fuß lang war, und gerade aus in die Scheuer gieng; da ſie alsdenn, ihrer Erwartung gemäß, das Anziehen ſtärker fanden, als wenn die Schnur auf der Gallerie wieder zurückgeführt worden war.

Nachdem ſie am 3. Jul. mit mehreren Zurückführungen der Schnur beſchäftigt waren, begab es ſich, daß die Seide, welche dieſelbe hielt, zerriß, indem ſie das Gewicht davon nicht tragen konnte, da ſie von der Bewegung, welche ſie durch das Reiben

ben der Röhre bekam, erschüttert ward. Bey diesem Vorfalle suchten sie dasselbe, statt der seidenen Schnur, von einem dünnen Eisendrathe tragen zu lassen; und da dieser ebenfalls riß, bedienten sie sich eines etwas dickern Messingdrathes. Dieser Drath nun trug zwar die Communicationsschnur sehr gut, kam aber ihrer Absicht nicht zu statten, indem beym Reiben der Röhre keine Elektricität an dem Ende der Schnur bemerkt ward, denn sie war insgesammt durch den Messingdrath, welcher dieselbe trug, davon gegangen. Sie nahmen Messingdrath deßwegen, damit sie gehörige Festigkeit erhielten, ob er gleich nicht dicker als die seidene Schnur war; eben so wählten sie vorher seidene Schnüre statt des hänfenen Bindefadens, weil sie jene fester und doch dünner als diesen haben konnten. Allein der Ausgang dieses Versuchs überzeugte sie, daß der glückliche Erfolg desselben auf die tragende Schnur, in so fern sie Seide war, nicht aber, wie sie sich eingebildet hatten, in so fern dieselbe dünn war, ankam. Denn die elektrische Kraft gieng durch den dünnen Messingdrath mit derselben Macht davon, wie es bey der dicken hänfenen Schnur geschehen war.

Als sie daher genöthigt waren, ihre seidene Schnüre wieder hervor zu nehmen, suchten sie dieselben so einzurichten, daß sie sehr lange Strecken der hänfenen Communicationsschnur aushielten; und leiteten wirklich die elektrische Kraft 765 Fuß weit, ohne daß die Wirkung durch die weite Entfernung merklich geschwächt worden wäre.

Auf dieselbe Art, wie man Seide als einen Nichtleiter fand, bemerkte man, sehr wahrscheinlich um dieselbe Zeit, die nämliche Eigenschaft auch am

Haar, Harze, Glase, und vielleicht an einigen andern elektrischen Körpern, unerachtet wir einer solchen Entdeckung nirgends erwähnt finden; denn Gray bediente sich derselben, um die Körper, die er elektrisirte, schwebend zu erhalten.

Hierauf beschäftigten sie sich mit Versuchen, wie breite Oberflächen mit den elektrischen Ausflüssen geschwängert werden könnten, indem sie eine breite Landcharte, ein Tischtuch u. d. gl. elektrisirten. Sie leiteten auch die elektrische Kraft auf verschiedene Wege zugleich, und zwar auf jeden Weg ziemlich weit hinaus.

An den magnetischen Ausflüssen bemerkten sie, daß diese den elektrischen nicht im geringsten entgegen waren; denn wenn sie den Magnet mit einem daran hangenden Schlüssel elektrisirt hatten, zogen Beyde Metallblättchen, eben so wie andere Substanzen.

Einige Zeit darauf elektrisirte Wheeler, in Abwesenheit des Herrn Gray, einen glühend heißen eisernen Stecken, und fand das Anziehen eben so stark, wie bey einem kalten. Auch hieng er ein lebendes kleines Huhn mit den Füßen an die Röhre, und fand die Brust desselben stark elektrisch.

Im Monate August 1729 fuhr Gray in seinen elektrischen Operationen fort. Er fand, daß er die elektrische Kraft von der Röhre zur Communicationsschnur, ohne dieselbe zu berühren, leiten konnte, und daß das nahe daran Halten der durch Reibung elektrisch gemachten Röhre vollkommen hinreichend war. Da er seine vorigen Versuche mit dieser dabey getroffenen Veränderung gemeinschaftlich mit Wheeler wiederholte, und unter andern die elektrische Kraft auf

ver-

verschiedene Wege zugleich, ohne Berührung der Schnur, führte, bemerkten sie allemal, daß das Anziehen an dem von der Röhre entferntesten Orte am stärksten war.

Zu einer andern Zeit stellten Wheeler und Gray gemeinschaftlich einige Versuche an, um zu erkennen, ob das Anziehen mit der Quantität der Materie in Körpern in einem genauen Verhältnisse stände. Zu dieser Absicht elektrisirten sie einen dichten Würfel von Eichenholz, und einen andern eben so großen aber hohlen Würfel; allein sie konnten keinen Unterschied in ihrer anziehenden Kraft wahrnehmen, obgleich, nach des Herrn Gray's Meynung, die elektrischen Ströme durch alle Theile des dichten Würfels hindurch giengen.

Hierauf verbesserte Gray seine elektrische Vorrichtung, indem er fand, daß er eine Ruthe so gut wie einen Drath elektrisiren konnte, ohne etwas davon in seine durch Reiben elektrisch gemachte Röhre zu stecken. Er nahm eine große Stange, welche 27 Fuß lang war, an dem einen Ende $2\frac{1}{2}$, und am andern $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchschnitt hatte. Es war eine Art Holz, welches man Horse-beech nennt, und mit seiner Rinde versehen. Diese Stange hieng er horizontal an härnen Schnüren auf; an das dünne Ende der Stange hieng er einen Kork mittelst eines ungefähr 1 Fuß langen Bindfadens, und legte ein bleyernes Kügelchen auf den Kork, um den Bindfaden ausgedehnt zu erhalten. Wenn alsdenn die Metallblättchen unter den Kork gelegt wurden, und die Röhre gerieben und dem dicken Ende der Stange nahe gehalten ward, so zog der Korkball an dem entgegengesetzten Ende die Metallblättchen zur Höhe ei-

nes Zolls und darüber mit Macht an ſich. Auch bemerkte Gray, daß das Metallblättchen zwar von irgend einem Theile der Stange angezogen ward, jedoch bey weitem nicht ſo ſtark, wie von dem Korke.

Ferner ſtellte Gray Verſuche an, um zu zeigen, daß die elektriſchen Ströme ſowohl in einem Kreiſe als längſt Schnüren geführt, und von einem Kreiſe zum andern fortgebracht werden könnten, und zwar ohne Unterſchied, es mochten die Kreiſe vertikal oder horizontal ſeyn. Ferner fand er, daß mehrere Körper dieſelbe Eigenſchaft beſaßen, worunter er aber nur der trockenen Blätter verſchiedener Bäume Erwähnung thut. Er ſchloß hieraus, daß die Blätter aller Gewächſe dergleichen anziehende Kraft beſäßen.

Unter die beſonders merkwürdigen elektriſchen Verſuche des Herrn Gray gehören diejenigen, die er mit Flüſſigkeiten und thieriſchen Körpern anſtellte. Er löſte im März 1730 Seife in Themſewaſſer auf, hielt eine Tobakspfeife hinein, bließ zum Kopfe derſelben eine Blaſe heraus, brachte die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre an das dünne Ende derſelben, und bemerkte, daß die Blaſe Metallblättchen zur Höhe von 2 und 4 Zoll anzog.

Nachher hieng er einen Knaben an härnen Schnüren in einer horizontalen Lage auf, eben ſo wie vorher alle Elektriſirer ihre hänfene Communicationsſchnüre und ihre hölzernen Stäbe aufzuhängen pflegten; als er hierauf die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre an deſſen Fuß hielt, nahm er wahr, daß die Metallblättchen mit vieler Lebhaftigkeit von deſſen Kopfe angezogen wurden, ſo daß ſie 8 und bisweilen 10 Zoll hoch in die Höhe flogen. Ward das Metallblättchen unter ſeinem Fuß gelegt, und die Röhre

an

an seinen Kopf gehalten, so war das Anziehen nur gering. Gray unterstand sich nicht, eine Ursache dieser Erscheinungen anzugeben. Indessen ließ er die Elektricität an verschiedenen Theilen des Körpers zugleich wirken, so wie auch an den Enden langer Stäbe, welche er den Knaben in seinen Händen halten ließ, wobey er den Versuch auf mannichfaltige Art abänderte. Gray zog hieraus die Folge, daß thierische Körper eine größere Menge elektrischer Flüssigkeiten annehmen, als andere Körper, und daß sich dieselbe von ihnen, auf verschiedene Arten zugleich, in beträchtliche Entfernungen leiten läßt.

Bey allen diesen Versuchen bemerkte Gray, daß die Metallblättchen von dem Obertheile eines schmalen Ständers zu einer weit größern Höhe angezogen wurden, als von dem Tische; und wenigstens dreymal höher, als wenn es auf dem Fußboden des Zimmers gelegt ward.

Um diese Zeit theilte Gray der königlichen Societät seine Vermuthung mit, daß Körper, nach Beschaffenheit ihrer Farbe, mehr oder weniger anzögen, obgleich die Substanz einerley, und das Gewicht und die Größe gleich wären. Er versichert beobachtet zu haben, daß Roth, Orange und Gelb wenigstens dreys bis viermal stärker anzogen, als Grün, Blau und Purpur; er versprach aber einen umständlichern Bericht davon nicht eher mitzutheilen, als bis er eine genauere Methode versucht hätte, welche er zur Anstellung dieser Versuche ausfindig gemacht hatte. Dieß sein Versprechen blieb aber unerfüllt. Die Sache selbst war eine bloße Täuschung, wie aus einigen nachfolgenden Versuchen, welche du Fay anstellte, erhellen wird.

Nach-

Nachdem nun Gray gefunden hatte, daß einer Blaſe von Seifenwaſſer die Elektricität mitgetheilt werden konnte, ſo ward er dadurch aufgemuntert, eben dieſes auch mit dem Waſſer ſelbſt zu unterſuchen. Zu dieſer Abſicht elektriſirte er eine auf einen Harzkuchen oder auf eine Glasſcheibe geſtellte hölzerne Schüſſel mit Waſſer, und bemerkte, daß, wenn ein Stückchen Drath, ein Schnittchen dünn Papier, oder ein Stück von einer Glasſcheibe, in einer horizontalen Stellung, in der Entfernung von 1 Zoll oder etwas weiter, über das Waſſer gehalten ward, dieſelben nach der Oberfläche des Waſſers angezogen, und nachher wieder zurückgetrieben wurden; er glaubte aber, daß dieſes Anziehen und Zurückſtoßen nicht ſo oft erfolgen könnte, als es wirklich geſchehen ſeyn würde, wenn der Körper dicht geweſen wäre. Nachher ſuchte er aber die Wirkung der Elektricität auf das Waſſer noch auf eine andere Art zu zeigen. Er füllte nämlich ein Becherchen mit Waſſer bis über den Rand an; und da er eine durch Reiben elektriſch gemachte Röhre in einer Entfernung von ohngefähr 1 Zoll und drüber über ſelbiges hielt, ſo ſahe er, daß ſich zuerſt über der Oberfläche ein kleiner Waſſerberg erhob, und zwar in einer koniſchen Form, auf deſſen Gipfel im Dunkeln ein Licht hervorkam, wobey zugleich ein Kniſtern zu hören war, das beynahe demjenigen gleich kam, welches entſtand, wenn der Finger nahe an die Röhre gehalten ward. Hiebey fiel der Berg, wie er ſich ausdrückt, in den übrigen Theil des Waſſers hinein, und brachte daſſelbe in eine zitternde und wellenförmige Bewegung.

Nachdem er dieſen Verſuch beym Sonnenſcheine wiederholte, fand er, daß ganz kleine Waſſertheilchen

chen von dem Obertheile des Berges in die Höhe fuhren, und daß bisweilen ein feiner Wasserdunst, wie ein Springbrunnen, von dem Gipfel des Kegels in die Höhe sprang, woraus ein feiner Strahl hervorkam, dessen Theile so klein waren, daß man sie kaum erkennen konnte; indessen, sagt er, war es gewiß, daß es sich so verhalten mußte, weil der untere Theil der Röhre feucht war, wenn er sie nachher gerieben habe. Er setzt hinzu, daß er seit der Zeit noch wahrgenommen habe, daß, ungeachtet ein solcher Wasserstrahl nicht allemal aufsteige, doch beständig ein Strahl unsichtbarer Theile an die Röhre hinauf gebracht werde, und zwar bisweilen so stark, daß er daran ganz deutlich zu sehen sey.

Gebrauchte er einige von den größern Bechern dazu, welche er so hoch als möglich, ohne überzulaufen, anfüllte, so ward der mittelste Theil der Oberfläche, welcher flach war, bey Annäherung der Röhre concav niedergedruckt, und die Theile nach dem Rande zu in die Höhe gehoben; und wenn er die Röhre der Seite des Wassers gegen über hielt, kamen kleine konische Hervorragungen von Wasser aus demselben horizontal hervor, welche nach erfolgtem Knistern wieder in den übrigen Theil des Wassers zurückfielen; auch wurden bisweilen kleine Theilchen davon, so wie von den vorerwähnten kleinen Theilen desselben, abgeworfen.

Er wiederholte diesen letztern Versuch mit heißem Wasser, und fand, daß dasselbe weit stärker, und in einer größern Entfernung, wie zuvor, angezogen ward. Der aus dem Gipfel aufsteigende Dunst war in diesem Falle sichtbar, und die Röhre war mit großen Wassertropfen bespritzt.

Auf

Auf gleiche Art stellte er diese Versuche mit Quecksilber an, und es ward selbiger ebenfalls in die Höhe gehoben, jedoch nicht so hoch, wie das Wasser, dagegen war aber das Knistern lauter, und dauerte weit länger, als mit dem Wasser.

Sonst bildete er sich noch ein, eine anhaltende und fortdauernde anziehende Kraft an allen elektrischen Körpern entdeckt zu haben, welche, um erregt zu werden, weder das Erhitzen, noch Reiben, noch irgend eine Art von Streichen nöthig hätte. Folgende Versuche bewiesen, seiner Meynung nach, diese Entdeckung.

Er nahm 19 verschiedene Substanzen, welche theils aus Harz, Gummilack, Plattlack, gelb Wachs, Schwefel, Pech, theils zwey oder drey derselben verschiedentlich zusammengesetzt waren. Diese schmolz er in einem kugelrunden eisernen Löffel, den Schwefel ausgenommen, welcher am besten in ein gläsernes Gefäß gethan ward. Als dieselben aus dem Löffel genommen, und ihre runden Oberflächen hart geworden waren, zogen sie nicht eher an, als bis die Hitze nachgelassen hatte, oder bis sie zu einem gewissen Grade der Wärme kamen, da alsdann ein geringes Anziehen bemerkt ward, welches mit zunehmender Erkaltung der Substanz immer stärker, und zuletzt gar beträchtlich ward.

Die Art, wie er diese Materien in einem Zustande des Anziehens erhielt, bestand darin, daß er dieselben irgend worin einwickelte, wodurch der Zutritt der äußern Luft abgehalten ward. Anfänglich bediente er sich zu den kleinen Körpern eines weißen Papiers, und zu den größern eines weißen Flanells; nachher aber fand er schwarze gestrickte Strümpfe

pfe eben so gut dazu. Nachdem sie auf solche Art eingehüllt waren, that er sie in eine große feste Büchse, worin sie so lange aufbehalten wurden, bis er Gelegenheit hatte, sie zu gebrauchen.

Auf diese Körper gab er 30 Tage lang Acht, und fand, daß sie beständig von einer so lebhaften Wirkung waren, wie am ersten oder zweyten Tage, und daß sie ihre Kraft bis zu der Zeit, da er dieses schrieb, behalten hatten, da doch einige derselben bereits vor vier Monaten auf erwähnte Art zubereitet worden waren.

Am meisten redet er von einem großen Kegel aus steinhartem Schwefel, welcher mit einem Trinkgeschirre, worin man ihn gestoßen hatte, umgeben war; und meldet, daß allezeit, wenn das Glas davon abgenommen ward, derselbe eben so stark anzog, wie der Schwefel, welcher in der Büchse bedeckt aufbehalten ward. Bey schöner Witterung zog das Glas ebenfalls, wiewohl nicht so stark wie der Schwefel, an, als welcher diese Kraft allemal äußerte, es mochte auch der Wind oder das Wetter noch so veränderlich seyn; da hingegen bey allen übrigen Körpern bloß bey feuchtem Wetter das Anziehen nicht so stark war, wie bey schönem.

Gray gedenkt auch eines Kuchens von geschmolzenem Schwefel, welchen er ohne einige Umhüllung an demselben Orte mit dem vorhin angeführten Körper, wo die Sonne nicht hinscheinen konnte, aufbewahrte, und meldet, daß derselbe noch bis zur Zeit, da er dieses niederschrieb, seine Kraft äußerte; daß aber dessen Anziehen nicht den zehnten Theil so stark war, wie das von dem bedeckten Schwefelkegel.

Die

Die Verſuche dieſes Anziehens ſtellte er mittelſt eines am Ende eines Stabes herabhangenden feinen Fadens an. Den elektriſchen Körper hielt er nämlich in der einen und den Stab in der andern Hand, und er konnte das Anziehen in einer ſo großen Entfernung, wie er denſelben nur halten konnte, bemerken.

Eine andere Reihe von Verſuchen, welche die Herren Gray und Wheeler gemeinſchaftlich angeſtellt hatten, und mit einigen Hawksbee'ſchen von gleicher Art ſind, iſt kürzlich folgende:

Zuerſt unternahm Gray einige Verſuche, welche bereits lange vorher Boyle mit einem durch Reiben elektriſch gemachten Glaſe und verſchiedenen andern Körpern im luftleeren Raume angeſtellt hatte. Er fand, daß dieſe Körper beynahe in gleicher Entfernung, wie an der freyen Luft, anzogen. Um hievon eine nähere Kenntniß zu erhalten, hieng er die durch Reiben elektriſch gemachte Subſtanz unter der Glocke einer Luftpumpe auf, und ließ, nach herausgepumpter Luft, die elektriſche Subſtanz bis zu einer gewiſſen Entfernung von einigen unten auf einem Geſtelle hingelegten leichten Körpern nieder. Der Erfolg war, ſo viel ſich urtheilen ließ, im luftleeren Raume eben derſelbe, wie an der freyen Luft, wenn der Verſuch unter derſelben Glocke angeſtellt und die elektriſche Subſtanz in einem gleichen Zeitraume nach dem vorgenommenen Reiben an die leichten Körper gebracht ward.

Zu Ende des Auguſts 1732 hiengen Gray und Wheeler einen weißen Faden an den oberſten Theil einer Glocke, ſo daß er bis in die Mitte derſelben herabhieng. Als ſie hierauf die Luft aus der Glocke gepumpt und die Glocke gerieben hatten,

ward

ward der Faden mit Macht angezogen. Nachdem er nun wieder ruhig war und senkrecht herab hieng, zog ihn die durch Reiben elektrisch gemachte Röhre an sich; und wenn die Röhre sachte hinweg genommen ward, bekam der Faden seine senkrechte Richtung wieder; ward hingegen die Röhre geschwind hinweg gebracht, so sprang der Faden nach der entgegengesetzten Seite der Glocke zu. Diese letztere Wirkung erfolgte auch, wenn die Hand geschwind von der Glocke weggezogen ward. Anfänglich kam ihnen dieses in beyden Fällen seltsam vor; bey genauerer Ueberlegung aber schlossen sie, daß es von der durch die Röhre oder Hand verursachten Bewegung der Luft herrühren müßte, welche das Anziehen auf dieser, aber nicht auf der andern Seite, verhinderte. Auch fanden sie, daß eine durch Reiben elektrisch gemachte Röhre den Faden durch eine andere Glocke hindurch, welche über diejenige, worin er sich aufgehängt befand, gesetzt ward, anzog. Einige Zeit nachher bemerkte Wheeler, daß der Faden durch fünf über einander gestellte Glocken, welche sämmtlich luftleer waren, angezogen ward. Er glaubte sogar zu bemerken, daß in diesem Falle das Anziehen noch stärker war, als wenn man eine einzige Glocke brauchte.

Um dieselbe Zeit stellten diese beyden Herren einen Versuch an, welcher, wie sie sagten, zeigte, daß das Anziehen durch undurchsichtige sowohl, als durchsichtige Körper, auch in keinem luftleeren Raume, mitgetheilt würde. Sie nahmen eine Schelle, aus welcher sie den Klöpfel herausgenommen hatten, hängten einen mit Honig bestrichenen Kork oben an dieselbe an, und setzten sie auf ein Stück Glas, worauf sie einige Metallblättchen gelegt hatten. Alsdenn

ward die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre verſchiedenen Theilen der Glocke nahe gehalten. Nachdem nun dieſelbe abgehoben wurde, fand man verſchiedene Stücke der Metallblättchen an dem Korke anklebend, andere hingegen von ihren Stellen verruckt, indem ſie aller Wahrſcheinlichkeit nach von der Glocke angezogen worden waren.

Gray elektriſirte einen auf Harzkuchen ſtehenden Knaben eben ſo ſtark, wie er ihn vorher, als er in Haarſchnüren hieng, elektriſirt hatte. Nachher elektriſirte er einen in Haarſchnüren hängenden Knaben vermittelſt einer Communicationsſchnur von einem andern Knaben, welcher, einige Fuß von ihm entfernt, elektriſirt ward. Er veränderte dieſen Verſuch mit Stangen und Knaben auf mannichfaltige Art, und folgerte daraus, daß ſich die elektriſche Kraft nicht nur von der Röhre, an einer Stange oder Schnur, zu entfernten Körpern leiten ließe; ſondern daß auch eben dieſelbe Stange oder Schnur dieſe Kraft einer andern Stange oder Schnur in einer Entfernung davon mittheile; und daß, vermittelſt dieſer andern Stange oder Schnur, die anziehende Kraft zu noch entfernſtern Körpern geleitet werden könne.

Im nächſtfolgenden December führte Gray dieſen Verſuch etwas weiter, indem er die Elektricität zu Körpern leitete, welche die Communicationsſchnur nicht berührten, wobey er dieſelbe durch den Mittelpunkt von Reifen, die auf Glas ſtanden, hindurch gehen ließ. Einer dieſer Reifen hatte zwanzig, und ein anderer vierzig Zoll im Durchmeſſer.

Da die bisher angeführten elektriſchen Verſuche des Herrn Gray bekannt wurden, ſo ward du Fay

in

in Frankreich dadurch veranlaßt, diese mit vieler Genauigkeit zu wiederholen. Hiebey war er so glücklich, verschiedene ganz neue Wahrnehmungen zu machen, und die bis dahin bekannten mit verschiedenen von eigener Erfindung zu vermehren, welche allerdings angeführt zu werden verdienen. Aus diesen seinen Bemühungen entstanden von ihm acht lange Abhandlungen, welche sich in den Pariser Mémoires befinden i). Die erste seiner Abhandlungen enthält eine kurze Geschichte der Elektricität bis auf das Jahr 1732.

Du Fay fand, daß alle Körper, metallische, weiche und flüssige ausgenommen, elektrisch gemacht werden könnten, wenn man sie zuerst mehr oder weniger heiß machte, und sodann mit irgend einer Art Zeug rieb. Auch nimmt er diejenigen Substanzen aus, welche durch die Hitze weich werden, z. B. Gummi, oder die, welche sich im Wasser auflösen, z. B. Leim. Auch bemerkte er, daß die härtesten Steine und Marmorarten ein stärkeres Reiben und Erhitzen erforderten, als andere Körper, und daß eben diese Regel auch in Ansehung der Holzarten statt finde, so daß Buchsbaumholz, Franzosenholz und andere Arten sehr harter Hölzer fast bis zu einem Grade des Brennens erhitzt werden müssen; da hingegen Tannen- Linden- und Pantoffelholz nur eine mäßige Hitze verlangen.

Ferner fand er, daß nicht nur feuchte Luft, sondern auch starke Hitze der Elektricität nachtheilig war, und daß seine Versuche öfters in den wärmsten Stunden an einem ordentlich mäßig warmen Tage nicht von statten gehen wollten.

Bey

i) Mém. de Paris. an. 1733. 1734. 1737.

Bey Wiederholung der Gray'ſchen Verſuche, dem Waſſer die Elektricität mitzutheilen, meldet er, wahrgenommen zu haben, daß alle Körper ohne Ausnahme, ſie mochten dicht oder flüſſig ſeyn, dazu aufgelegt waren, wenn ſie auf Glas, welches nur ein wenig erwärmt oder bloß getrocknet war, geſtellt wurden, und die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre nahe daran gebracht ward. Inſonderheit gedenkt er ſeiner angeſtellten Verſuche mit Eis, angezündeter Holzkohle und was ihm ſonſt damahls von ohngefähr in die Hände gefallen, und verſichert, beſtändig bemerkt zu haben, daß ſolchen Körpern, welche an ſich ſelbſt am wenigſten elektriſch waren, durch die Annäherung der durch Reiben elektriſch gemachten Röhre der ſtärkſte Grad der Elektricität mitgetheilt worden ſey.

Er widerlegt Gray's Behauptung in Anſehung der verſchiedenen Elektricität verſchieden gefärbter Körper, und zeigt, daß dieſes nicht von der Farbe, als Farbe, ſondern vielmehr von der Subſtanz, welche zum Färben derſelben genommen worden, herrührt habe.

Um zu erfahren, ob nicht gewiſſe Körper mehr elektriſche Materie in ſich nehmen, als andere, hieng er ſeidene, wollene, baumwollene und linnene Fäden an eine auf ſeidenen Schnüren ruhende eiſerne Stange, und fand, daß, wenn die elektriſche Glasröhre nahe an die Stange gehalten ward, die linnenen Fäden am weiteſten aus einander fuhren, und ſolchergeſtalt die meiſte Veränderung erlitten; nächſtdem die baumwollenen; alsdann die ſeidenen, und die wollenen endlich am wenigſten, ſo daß bey letztern die Enden des Fadens am nächſten zuſammen blieben.

Hier-

Hieraus schloß er, daß von allen diesen Substanzen der Zwirn die meiste Elektricität in sich fasse.

Als er nach Gray's Art die Elektricität der Röhre einem Bindfaden mitgetheilt hatte, so bemerkte er, daß der Versuch besser gelang, wenn er die Schnur naß machte; und ungeachtet er den Versuch in einer Entfernung von 1256 Fuß anstellte, als der Wind stark gieng, wobey die Schnur acht Wendungen machte und durch zwey verschiedene Gänge eines Gartens gezogen war, die elektrische Kraft dennoch mitgetheilt ward.

Du Fay nahm zuerst wahr, daß aus einem lebenden Körper elektrische Funken ausfahren. Hiebey war der Abt Nollet, so wie bey den meisten seiner Versuche, gegenwärtig, der nachher selbst als Elektrisirer berühmt wurde.

Als du Fay sich selbst, so wie Gray einen Knaben, auf seidenen Schnüren schwebend gelegt hatte, bemerkte er, daß, sobald er elektrisirt worden war, und jemand seine Hand einen Zoll weit an sein Gesicht, Füße, Hände oder Kleider hielt, aus seinem Körper ein oder mehrere stechende Funken herausfuhren, welche von einem Knistern begleitet waren. Er meldet, daß dieser Versuch derjenigen Person sowohl, welche ihre Hand nahe gehalten, als ihm selbst, einen kleinen Schmerz verursacht habe, welcher dem Schmerze von dem plötzlichen Stiche einer Nadel, oder dem Brennen eines Funkens gleich gewesen, und daß derselbe durch seine Kleider eben so stark, wie an seinen bloßen Händen oder dem Gesichte, zu fühlen gewesen sey. Auch bemerkt er, daß dieses Knistern im Dunkeln lauter Feuerfunken dargestellt habe.

Der Abt Nollet k) ſchreibt, daß er die Beſtürzung nie vergeſſen werde, den der erſte elektriſche Funke, welcher je aus dem menſchlichen Körper hervorgelockt worden, dem Hrn. du Fay ſowohl, als ihm ſelbſt, verurſacht habe.

Du Fay bemerkt, daß dergleichen Kniſtern und Funken alsdenn nicht bemerkt worden ſeyen, wenn ein Stück Holz, Tuch, oder irgend eine andere Subſtanz, als ein lebender menſchlicher Körper, ihm nahe gebracht wurden; Metall ausgenommen, als welches beynahe einerley Wirkung mit dem menſchlichen Körper äußerte. Sonſt war er der Meynung, daß das Fleiſch todter Thiere bloß ein einförmiges Licht, ohne Kniſtern oder Funken, von ſich gebe. Indeſſen folgerte er aus dieſem Umſtande damahls, daß die Körper lebender Thiere, wie auch Metalle, mit einem Dunſtkreis umgeben wären, welcher durch elektriſches Licht wirklich in Feuer geſetzt würde.

Er bemerkte, daß eine Katze einen elektriſchen Funken von ſich gab, welcher ihr augenſcheinlich Schmerzen verurſachte, wenn man den Finger an irgend einen Theil ihres Körpers hielt, nachdem man ſie, indem ſie auf einem ſeidenen Küſſen ſaß, mit der Hand geſtrichen hatte.

Er machte ſich Hoffnung, brennbare Subſtanzen mit dem elektriſchen Funken anzünden zu können, und ſtellte in dieſer Abſicht verſchiedene Verſuche mit Zündſchwamm und Schießpulver an; allein ſie liefen alle fruchtlos ab. Dieſe Entdeckung war den Deutſchen vorbehalten.

Die beyden Hauptwahrnehmungen des du Fay beſtehen in der Entdeckung eines, wie er ſich ausdruckt,

k) Leçons de phyſique. Vol. VI. p. 408.

druckt, sehr einfachen Princips, aus welchem sich eine Menge Unregelmäßigkeiten, welche die meisten elektrischen Versuche zu begleiten scheinen, sehr leicht erklären läßt, und eines andern Grundsatzes, welcher noch merkwürdiger und allgemeiner ist, als das erste Princip. Sein erster Grundsatz besteht darin, daß elektrische Körper alle diejenigen Körper, welche nicht elektrisch sind, an sich ziehen, und dieselben, sobald sie elektrisch geworden sind, von sich stoßen. Auf solche Art wird ein Goldblättchen zuerst von der Röhre angezogen, bekommt durch seine Annäherung eine Elektricität, und wird folglich sofort wieder zurückgestoßen, auch, so lange es seine elektrische Beschaffenheit behält, niemals wieder angezogen. Setzt es sich indessen, wenn es freyschwebend erhalten wird, von ohngefähr an irgend einen andern Körper an, so verliert es sogleich seine Elektricität, und wird alsdann von der Röhre wieder angezogen, welche, nachdem sie demselben eine neue Elektricität mitgetheilt hat, es zum zweyten male von sich stößt; und dieß Zurückstoßen dauert so lange, als die Röhre ihre elektrische Kraft behält. Mit Hülfe dieses Grundsatzes sucht er insbesondere verschiedene der Hawksbee'schen Versuche zu erklären.

Den andern Grundsatz entdeckte er auf folgende Art: Als er mittelst der elektrisch gemachten Röhre ein Goldblättchen in der Luft freyschwebend hielt, näherte er demselben ein Stück elektrisch gemachtes Gummicopal, und bemerkte, daß es von diesem sogleich angezogen ward und hangen blieb. Diese Wirkung war seiner Vermuthung entgegen, indem nach seiner Meynung der Copal das elektrische Goldblättchen zurückstoßen sollte. Er wiederholte diesen Ver-

ſuch verſchiedene mal mit demſelben Erfolg. Hieraus folgerte er nun den zweyten Grundſatz, daß es nämlich zwey verſchiedene und einander entgegengeſetzte Elektricitäten gebe, die eine, wie er ſie nennt, die gläſerne oder glashafte (electricité nitrée), und die andere die harzige Elektricität (electricité reſineuſe). Die erſte iſt diejenige, welche dem Glaſe, dem natürlichen Kryſtalle, den Edelſteinen, den Haaren der Thiere, der Wolle, und einigen andern Körpern beywohnt. Das Unterſcheidungszeichen dieſer beyden Arten von Elektricität beſtehe darin, daß ſie ſich ſelbſt zurückſtoßen, und daß ſie einander anziehen. Ein mit der gläſernen Elektricität begabter Körper alſo ſtößt alle übrige mit gleicher Art von Elektricität verſehene Körper zurück, und zieht hingegen alle diejenigen, welche mit der harzigen Elektricität begabt ſind, an ſich; und ſo auch ſtößt der mit der harzigen begabte einen andern von gleicher Art von ſich, und zieht den mit der gläſernen Elektricität begabten an ſich. Aus dieſem Grundſatze, ſagt er, laſſe ſich eine Menge anderer Erſcheinungen ganz leicht erklären; und aller Wahrſcheinlichkeit nach könne uns dieſe Wahrheit auf die Entdeckung vieler andern Dinge leiten.

Um zu erfahren, zu welcher von den beyden Claſſen der Elektricität ein gewiſſer Körper gehöre, hieng er eine ohngefähr 6 Zoll lange metallene Nadel an einem ſeidenen Faden auf, und machte ſie elektriſch. Hierauf machte er verſchiedene Körper durch Reiben elektriſch. Stieß nun dieſer bey gehöriger Annäherung die Nadel von ſich, ſo ſchloß er daraus, daß er von gleicher Art der Elektricität mit derſelben wäre; zog er hingegen dieſelbe an, ſo ſchloß er daraus auf die gläſerne Elektricität.

Er

Er bemerkte auch, daß mitgetheilte Elektricität gleiche Eigenschaft mit der durch Reiben erregten hatte. Denn, als er hölzerne oder elfenbeinerne Kugeln mittelst der Glasröhren elektrisch gemacht hatte, fand er, daß dieselben eben diejenigen Körper von sich stießen, welche die Röhre zurückstieß, und daß sie hinwiederum eben diejenigen an sich zogen, welche von der Röhre angezogen wurden. War ihnen die harzige Elektricität mitgetheilt worden, so beobachteten sie dieselbe Regel, daß sie diejenigen Körper an sich zogen, welchen die gläserne Elektricität mitgetheilt war, und hingegen diejenigen von sich stießen, welche die harzige Elektricität bekommen hatten. Jedoch nahm er wahr, daß der Versuch alsdann nicht glücken wollte, wenn die Körper nicht im gleichen Grade elektrisch gemacht waren; denn wenn der eine nur schwach elektrisch gemacht war, so ward er von demjenigen, welcher stärker elekterisch gemacht war, von welcher Beschaffenheit er auch seyn mochte, angezogen.

Diese wichtige Entdeckung der beyden Arten von Elektricität ließ aber du Fay noch sehr unvollkommen. Erst durch Franklin wurde sie näher bestimmt. Nach du Fay's Tode wurde diese wichtige Entdeckung wieder außer Acht gelassen, und selbst du Fay scheint zuletzt die Meynung, welche zu Franklin's Zeiten durchgängig die Oberhand hatte, angenommen zu haben, daß nämlich die beyden Arten Elektricität bloß dem Grade nach von einander verschieden wären, und daß die schwächere von der stärkern angezogen würde.

Ferner fand du Fay, daß die Elektricität von einem Körper zum andern, einen Zwischenraum von 10 bis 12 Fuß hindurch, in dessen Mitte ein brennendes

Licht ſtand, fortgepflanzt werden könne. Auch glühendes Eiſen ließ ſich ſehr gut elektriſiren.

Du Fay war der erſte, welcher ſich bemühte, verdichtete Luft elektriſch zu machen; ſein Verſuch lief aber fruchtlos ab. Weil er vermuthete, daß dieſes von der Feuchtigkeit herrühren möchte, welche etwa beym Gebrauche ſeines Verdichtungswerkzeuges zugleich in die Röhre mit hinein getrieben worden wäre; ſo kittete er eine große Windkugel an ſeine Röhre an, und preßte die Luft darin zuſammen, indem er die Windkugel über Feuer hielt. Hierauf verſchloß er den Hahn, welchen er eben in der Abſicht dabey angebracht hatte, um das Zurücktreten der zuſammengepreßten Luft zu verhüten, und machte die Röhre von der Windkugel loß, fand aber, daß die Röhre auf ſolche Art durch Reiben nicht elektriſch werden wollte. Der Abt Nollet [l]), welcher bey den meiſten Verſuchen des du Fay zugegen war, erklärte, daß er auch ſogar mit dieſer gebrauchten Vorſicht noch nicht zufrieden ſey, indem er glaube, daß die Urſache, warum die Röhre durchaus nicht elektriſch werden wolle, noch immer an der Feuchtigkeit läge, welche beſtändig in der Luft vorhanden ſey, und deren Theilchen nothwendig durch das Verdichten näher an einander gebracht werden müßten. Zur Widerlegung dieſes Einwurfs ſagt Boulanger [m]), daß, wenn man ein Gläschen Waſſer in eine Röhre gieße, und ſofort wieder herausnehme, dieſes die Fähigkeit des Glaſes, ſich elektriſch machen zu laſſen, bey weitem nicht ſo ſehr aufhebe, wie die verdichtete Luft.

Du

l) *Nollet* recherches. p. 258.

m) Traité de la cauſe et des phénomènes de l'électricité. à Paris 1750. 8.

Du Fay bemerkte zuerst, daß elektrische Substanzen den Thau mehr anzögen, als Leiter. Beccaria n) erklärt dieß dadurch, daß er annimmt, daß Veränderungen in der Elektricität der Luft gleichmäßige Veränderungen in der Elektricität der Metalle, worin sich die elektrische Flüssigkeit mit der größesten Bequemlichkeit bewege, gar leicht, in dem Glase hingegen nicht hervorbringen. So oft also der Zustand der elektrischen Flüssigkeit in der Luft verändert ist, so oft wird das Glas mehr oder weniger elektrisch, und zieht daher die Dünste in der Luft an sich.

Boyle hat an einem gewissen Diamant wahrgenommen, daß er gerieben einige elektrische Kraft zeigte, und im Dunkeln ein Licht von sich gab. Er glaubte, daß dieser der einzige sey, welchem diese merkwürdige Eigenschaft zukomme. Allein du Fay fand, daß alle Diamanten, sie mochten eine Farbe besitzen, welche sie wollten, durch Reiben elektrisch gemacht werden konnten, und im Dunkeln leuchteten. Es fand aber ein beträchtlicher Unterschied zwischen ihnen statt; im Allgemeinen konnte er aber nichts weiter bestimmen, als daß die größten Diamanten weder mehr elektrisch, noch mehr leuchtend wurden, wie die kleinsten; in Ansehung der Farbe hingegen war der Unterschied sehr bemerklich.

Wheeler hatte im Jahr 1732 verschiedene Versuche über die zurückstoßende Kraft der Elektricität angestellt, und gab im Sommer des folgenden Jahrs darauf dem Herrn Gray Nachricht davon, um sie durch seine Vermittelung der königlichen Societät mitzutheis

n) Dell' elettricismo artificiale e naturale libri due. 1753. 4. p. 179.

zutheilen; unterdeſſen aber erfuhr er, daß ſich du Fay mit demſelben Gegenſtande über die zurückſtoßende Kraft beſchäftigte, und beſchloß daher, ſeine Bemerkungen nicht bekannt machen zu laſſen. Als er aber nachher fand, daß ſeine Verſuche von den du Fay'ſchen ganz verſchieden waren, ſo ließ er ſich endlich bereden, ſie in die philoſophiſchen Tranſactionen auf das Jahr 1739 einrücken zu laſſen.

Die Verſuche wurden mit Fäden von verſchiedener Art und andern Subſtanzen, welche an ſeidenen Schnüren hiengen, angeſtellt, und zwar insgeſammt in der Abſicht, um, bey Annäherung einer durch Reiben elektriſch gemachten Röhre, einander zurückzuſtoßen. Den Erfolg von dieſen allen faßte er in folgende drey Sätze zuſammen: 1. daß Körper, welche von einem andern durch Reiben elektriſch gemachten Körper die Elektricität erhalten haben, von demſelben fortgeſtoßen werden; 2. daß zwey oder mehrere Körper, welche von einem andern die Elektricität erhalten haben, und alſo durch Mittheilung elektriſch gemacht worden, ſich unter einander fortſtoßen; 3. daß durch Reiben elektriſch gemachte Körper ſelbſt einander zurückſtoßen.

Gray bezeugte eine ſehr große Freude, daß ſeine vormaligen Wahrnehmungen mit ſo vielem Fleiße von dem Herrn du Fay wiederholt worden waren, welcher, wie er eingeſteht, verſchiedene neue Bemerkungen gemacht hatte. Dieß veranlaßte ihm, nachfolgende Verſuche, welche in die Zeit des Jun. und Aug. 1734 fielen, anzuſtellen.

Da du Fay wahrgenommen hatte, daß das erwähnte Kniſtern und die Funken ſehr ſtark durch

ein

ein Stück Metall, welches man an die in seidenen Schnüren hangende Person hielt, hervorgebracht wurden; so folgerte Gray daraus, daß, wenn der Versuch verkehrt angestellt, und, statt des menschlichen Körpers, eine Metallstange in seidene Schnüre gehängt würde, einerley Wirkung erfolgen würde. Daher hieng er verschiedene Metallstangen in seidene Strikke, und machte den Anfang mit dem gemeinen Hausgeräthe, das ihm zur Hand war, z. B. einer eisernen Ofengabel, Feuerzange, Schaufel u. d. gl., und fand, daß, nachdem er sie elektrisirt hatte, sie ebenfalls stechende und schnappende Funken von sich gäben, dergleichen unter ähnlichen Umständen aus dem menschlichen Körper herausgekommen waren. Dieß war der Ursprung der metallischen Leiter, welche nachher so sehr in Gebrauch gekommen sind.

Es fiel dem Herrn Gray damals nicht ein, seine Versuche im Finstern zu machen, um das aus dem Eisen hervorkommende Licht zu erblicken, indem er nicht vermuthete, daß die den Metallen mitgetheilte Elektricität so erstaunende Erscheinungen hervorbringen könnte, wie er doch, seiner Versicherung nach, nachher wirklich gefunden hat.

Da er seine Versuche mit dem Herrn Wheeler gemeinschaftlich fortsetzte, so fanden sie, daß, der Behauptung des Herrn du Fay zuwider, das Fleisch der todten Thiere beynahe dieselben Erscheinungen, wie das Fleisch lebender Thiere, wahrnehmen ließ.

Als Gray im Verfolge seiner Versuche mit seinen Freunden eine 4 Fuß lange und $\frac{1}{2}$ Zoll dicke eiserne Stange nahmen, welche an beyden Enden zwar zugespitzt, aber doch nicht scharf gemacht war, dieselbe

ſelbe des Nachts in ſeidenen Schnüren aufhiengen, und die elektriſch gemachte Glasröhre an das eine Ende derſelben hielten, ſo bemerkten ſie, daß nicht allein an dieſem, ſondern zugleich auch am andern Ende derſelben ein Licht entſtand, worüber ſie in Verwunderung geſetzt wurden. Dieſes Licht breitete ſich in Geſtalt eines Kegels aus, deſſen Ende nach der Spitze der Stange zu gerichtet war; und Gray ſowohl, als ſeine Freunde, konnten ganz deutlich wahrnehmen, wie dieſer Kegel aus beſondern Faſern oder Strahlen des Lichts beſtand, welche ſich von dem Ende der Stange entfernten, und aus einander fuhren, imgleichen, daß die äußerſten Strahlen gekrümmt waren. Dieſes Licht erſchien bey jedesmaligem Streichen der Röhre. Ferner nahmen ſie wahr, daß dieſes Licht allemal von einem kleinen Kniſtern oder Ziſchen, wie es Gray nennt, begleitet war, welches, wie ſie ſich einbildeten, an dem Ende zunächſt der Röhre anfieng, und immer ſtärker ward, je näher es dem andern Ende kam. Indeſſen meldet er, daß dieſer Laut nur von denjenigen Perſonen, welche der Stange nahe geſtanden und genau darauf Acht gegeben hatten, zu vernehmen geweſen ſey.

Nachdem im folgenden Monate September Gray bey ſeiner Zurückkunft nach London dieſe Verſuche wiederholte, beobachtete er eine Erſcheinung, die ihm auffiel. Als die Röhre, wie zuvor, an die eiſerne Stange gehalten ward, und das Licht, welches ſich an beyden Enden gezeigt hatte, verſchwunden war, kam daſſelbe abermals zum Vorſchein, als er ſeine Hand nahe an das Ende der Stange hielt; und indem er dieſe Bewegung mit ſeiner Hand wiederholte, ſah er dieſes Licht 5 bis 6 mal hinter einander, jedoch

doch wurden die Strahlen jedesmal kürzer. Auch bemerkte er, daß dieses Licht, welches bey Annäherung seiner Hand aus der Röhre hervorkam, eben so wie die andern von einem Zischen oder Knistern begleitet war.

Er nahm wahr, daß von dem Lichte, welches an dem Ende zunächst der Röhre zum Vorschein kam, wenn sie schief gegen die Axe der Stange gehalten ward, die Strahlen nach derselben hinfuhren, und daß zwar jederzeit, wenn er die Röhre rieb, die Lichtflammen bey jeder Bewegung seiner Hand über oder unter der Röhre zu sehen waren, daß aber die stärksten Flammen durch die Bewegung seiner Hand unterwärts hervorgebracht wurden.

Als er zwey oder drey solcher Stäbe neben einander gelegt hatte, entweder in einer geraden Linie oder in beliebigen Winkeln, und nachher die elektrische Röhre an das Ende eines Stabes hielt; so nahm er an dem weitesten Ende des letzten Stabes alles das wahr, was der Versuch mit einem einzigen Stabe zeigte.

Bey dem Versuche mit einem Stabe, welcher nur an einem Ende zugespitzt war, bemerkte er, daß sich am andern Ende nur ein einfaches Prasseln hören ließ, welches aber viel vernehmlicher war, als das stärkste desjenigen, welches an der Spitze der Stange zu hören war, so daß der dadurch verursachte Schmerz, welcher einem Stechen oder Brennen glich, weit empfindlicher, und das Licht weit heller und dichter beysammen war.

Als er eine zinnerne Schüssel mit der eisernen Stange verband, und die Schüssel mit Wasser anfüllte, bemerkte er eben dergleichen Licht, eben dergleichen

des Rechts an der Sache, wie die Regelung der Verhältnisse zwischen Eigentümer und Besitzer, Nutznießer und Pfandgläubiger, Pfandgläubiger und Pfandgläubiger, Pfandgläubiger und Eigentümer, Eigentümer und Nutznießer, Nutznießer und Besitzer, Pfandgläubiger und Besitzer, Eigentümer und Besitzer, Nutznießer und Nutznießer, Besitzer und Besitzer, Eigentümer und Eigentümer, Pfandgläubiger und Nutznießer, Nutznießer und Pfandgläubiger, Besitzer und Pfandgläubiger, Besitzer und Nutznießer, Besitzer und Eigentümer, Nutznießer und Eigentümer, Pfandgläubiger und Eigentümer, Eigentümer und Pfandgläubiger, Eigentümer und Nutznießer, Besitzer und Pfandgläubiger

men und nachher der Finger daran gehalten ward, hervorgebracht wurden.

Am 6. May desselben Jahrs hatte er seinen Bedienten in seidene Schnüre gehangen, und gefunden, daß derselbe das elektrische Feuer zuerst einer, und nachher verschiedenen Personen, welche auf elektrischen Körpern standen, mitzutheilen vermögend war.

Gray schien noch immer in den Gedanken zu stehen, daß es bey der Elektricität gewisser Maaßen auf die Farbe mit ankäme. Der in blauen Schnüren elektrisirte Knabe, bemerkt er, behielt seine anziehende Kraft 50 Minuten, der in scharlachenen 25, und der in orangefarbigen 21 Minuten lang. Aus diesen Versuchen, setzt er hinzu, ersieht man die Wirksamkeit der Elektricität auf Körper, welche in Schnüre von gleicher Substanz, aber von verschiedener Farbe, hangen.

Seine letzten Versuche sind diejenigen, welche er mit eisernen Kugeln in der Absicht anstellte, um zu beobachten, wie sich leichte Körper um dieselben herum bewegten. Hiebey scheint er sich aber am meisten getäuscht zu haben. Er führt an, daß er vor kurzem verschiedene neue Versuche über die fortwerfende und schwingende Bewegung kleiner, leichter, freyhängender Körper durch die Elektricität angestellt habe, wodurch kleine Körper um größere in Bewegung gesetzt werden könnten, und zwar entweder in Kreisen oder Ellipsen, welche entweder einerley oder verschiedene Mittelpunkte mit dem größern hätten, um welchen sie sich bewegten, so daß sie etlichemal um denselben herumliefen. Diese Bewegung geschehe allemal nach derjenigen Richtung, in welcher sich die Planeten um die Sonne bewegten, nämlich von der Rechten

zur Linken, oder von Abend gegen Morgen. Diese kleinen Planeten, wofern er sie so nennen dürfe, bewegten sich im Apogäo, oder, wenn sie von dem Brennpunkte des elektrischen Körpers am weitesten entfernt wären, viel geschwinder, als im Perigäo, oder wenn sie demselben am nächsten wären; welches von der Bewegung der Planeten um die Sonne gerade das Gegentheil sey.

Auf diese Versuche war Gray nur ganz kurz vor seiner letzten Krankheit gefallen, und der Tod übereilte ihn vor völliger Ausführung derselben; indessen hatte er die Nachricht, wie weit er damit gekommen war, dem damaligen Sekretair der königlichen Societät, Cromwell Mortimer, in die Feder dictirt, um solche der Societät zu übergeben. Er hatte gegen Mortimer gestanden, daß er über die unvermutheten Erfahrungen, welche er bey diesen Versuchen machte, bestürzt worden sey, und daß solches sich allemal vermehrte, so oft er dieselben vermehrt habe. Er glaubte gewiß, daß, wenn ihm die Vorsehung sein Leben noch eine kurze Zeit verlängert hätte, er durch diese neu entdeckten Erscheinungen die elektrischen Versuche zu ihrer größten Vollkommenheit hätte bringen können. Auch zweifelte er nicht, daß er der Welt in kurzer Zeit ein neues Planetarium, woran noch niemand gedacht habe, hätte liefern können; und daß aus diesen Versuchen eine gewisse Theorie in Ansehung der Bewegung des großen Planetensystems des ganzen Universums würde haben aufgeführt werden können. Diese Versuche, so täuschend sie auch sind, verdienen zugleich mit denjenigen, welche nach Gray's Tode angestellt wurden, kürzlich angeführt zu werden.

Wenn

Wenn man, sagt Gray, eine kleine eiserne Kugel von 1 oder 1½ Zoll im Durchmesser nimmt, sie in die Mitte eines Harzkuchens legt, der 7 oder 8 Zoll im Durchmesser hat und vorher entweder durch gelindes Reiben, oder daß man 3 bis 4 mal mit der Hand darauf geschlagen, oder durch ein wenig Erwärmen am Feuer elektrisch gemacht worden ist; alsdann einen leichten Körper, z. B. ein Korkstückchen, an einen sehr dünnen Faden von 5 oder 6 Zoll bindet, und den Faden zwischen dem Daumen und Zeigefinger hält, so daß der leichte Körper recht über dem Mittelpunkte der Kugel hängt: so wird man sehen, daß sich der leichte Körper von selbst um die Kugel herum, und zwar von Westen gegen Osten, zu bewegen anfängt. Wenn der Harzkuchen kreisrund ist, und die eiserne Kugel recht in seinem Mittelpunkte liegt, so beschreibt der leichte Körper einen Kreis um die Kugel; liegt aber die Kugel nicht im Mittelpunkte des Harzkuchens, so beschreibt er eine Ellipse, deren Eccentricität der Weite der Kugel von dem Mittelpunkte des Harzkuchens proportional ist. Besitzt der Harzkuchen eine elliptische Form, und liegt die eiserne Kugel in dem Mittelpunkte desselben, so ist die Bahn des leichten Körpers ebenfalls eine Ellipse von gleicher Eccentricität mit der Gestalt des Kuchens. Wenn die Kugel in oder nahe bey einem Brennpunkte der Ellipse des Kuchens liegt, so wird sich der leichte Körper im Apogäo seiner Bahn viel geschwinder, als in seinem Perigäo bewegen.

Wenn man die eiserne Kugel auf einem eisernen Gestelle, welches ohngefähr 1 Zoll hoch ist, befestigt, und dasselbe auf einen Tisch mitten in einem gläsernen Zirkel, oder in ein Stück von einem hohlen

len gläſernen Cylinder, welches etwa 7 Zoll im Durchmeſſer und 3 Zoll in der Höhe hat, ſetzt, ſo wird, wenn man den gläſernen Ring vorher wohl gerieben hat, und wie vorhin einen leichten Körper darüber hält, dieſer ſich um die Kugel von Weſten gegen Oſten bewegen, und einen Kreis zu beſchreiben anfangen, wofern die Kugel über dem Mittelpunkte des Glaſes ſteht, und dieſes eine vollkommene kreisrunde Figur hat; oder er wird eine Ellipſe beſchreiben, wofern die Kugel nicht im Mittelpunkte ſteht; eben auf die Art, wie im vorhergehenden Verſuche angemerkt worden iſt. Wenn eben dieſe eiſerne Kugel auf den bloßen Tiſch, ohne den Harzkuchen und ohne den gläſernen Ring, gelegt wird, ſo wird zwar der darüber gehängte leichte Körper eben die in den beyden vorhergehenden Verſuchen angemerkten Umdrehungen machen, aber viel langſamer und viel näher an der Kugel, als zuvor. Er geſteht zugleich, daß ihm dieſe Verſuche nie haben gelingen wollen, wenn er den Faden, an welchem der leichte Körper hängt, mit etwas anderm, als mit der Hand gehalten; doch habe er vermuthet, daß ſolches wenigſtens mit den Körpern der Menſchen und Thiere, und deren Theile, angehen würde; er war auch ſchon entſchloſſen, ſolches mit einem Hühnerfuße und einem Stück friſches Fleiſch zu verſuchen.

Mortimer hatte die Verſuche des Hrn. Gray wiederholt, und er ſcheint ſich ebenfalls, wie dieſer, getäuſcht zu haben. Er verſichert bemerkt zu haben, daß der leichte Körper eben ſo wohl um Körper von verſchiedenen Geſtalten und Subſtanzen, als um die eiſerne Kugel, Umdrehungen mache, und daß er den Verſuch wirklich mit einer Kugel von ſchwarzem Marmor, einer ſilbernen Streubüchſe, einem kleinen Stück

Buchs-

Buchsbaum, und einem großen Stück Korkholz versucht habe.

Diese Versuche des Herrn Gray wurden von Herrn Wheeler und andern in der königlichen Societät, und zwar mit mannichfaltigen Veränderungen, wiederholt; es konnte aber aus den damaligen Bemerkungen nichts gefolgert werden.

Du Fay gesteht in seiner letzten Abhandlung, die in den Pariser Mémoires vom Jahr 1737 enthalten ist, daß diese Versuche der Herren Gray und Mortimer ihm gar nicht haben gelingen wollen. Indessen sagt er, er behaupte deßwegen gar nicht, daß sie nie gelungen wären; vielmehr scheine er nicht abgeneigt zu seyn, die Schuld des schlechten Erfolgs derselben sich selbst zuzuschreiben, indem er vielleicht dabey einen gewissen Umstand unterlassen habe, dessen jene Herren keine Erwähnung gethan hätten, ungeachtet derselbe, ohne daß sie es wußten, einen Haupteinfluß auf das Experiment hatte.

Du Fay meldete seine fruchtlosen Bemühungen dem Herrn Wheeler, welcher ihm in seiner Antwort berichtet: er gestehe, daß er angefangen habe, an der Wahrheit der Gray'schen Versuche zu zweifeln; ein Mann, wie Gray, der in seinem 66sten Jahre gestanden habe, könnte sich sehr leicht getäuscht haben, indem seine zitternde Hand dem leichten Körper eine solche Bewegung hätte geben können, ohne daß er daran gedacht habe. Indessen meldet er zuletzt noch, daß er gegen das Ende des Monats Juni durch einige besondere Umstände veranlaßt worden wäre, diesen Versuch auf eine andere Art anzustellen; hier habe er sich verwundert, wahrzunehmen, daß die elek-

triſche Kraft, ohne ſie von neuem zu erregen, ſo ſtark und dauerhaft geweſen wäre, daß zwiſchen 8 Uhr des Morgens bis gegen Mittag mehrere Revolutionen erfolgt wären, dabey habe man den Arm oft ausruhen laſſen. Oft ſey die Anzahl der Umläufe 50, 70, ja einmal gegen 100 geweſen, nachdem man vorher den Arm habe ausruhen laſſen.

Dieſe letzte Bemerkung des Herrn Wheeler ermunterte dem Herrn du Fay von neuem, die Verſuche mit vieler Genauigkeit wieder vorzunehmen; allein er geſteht, daß er nie glücklich darin geweſen wäre. Er habe zwar jederzeit eine Umlaufsbewegung wahrgenommen, allein ſie ſey bald nach der einen und bald nach der andern Seite erfolgt, und es habe ihm geſchienen, daß die Kreisbewegung jederzeit von der Bewegung der Luft, oder von einer unwillkührlichen Bewegung ſeiner Hand verurſacht werde. Uebrigens bringt er noch einige Erfahrungen über dieſen Gegenſtand bey, welche es ihm ſehr wahrſcheinlich machen, daß dieſe Sache eine wahre Täuſchung ſey.

Um dieſe Zeit fieng auch Deſaguliers an, ſeine Bemühungen in der Elektricität bekannt zu machen. Die Urſache, warum er bisher nichts davon der königlichen Societät hatte wiſſen laſſen, lag bloß in ſeiner Beſcheidenheit, dem verſtorbenen Stephan Gray nicht vorzugreifen, welcher alle ſeine Bemühungen auf die Elektricität gerichtet hätte.

Deſaguliers bemerkt gleich anfänglich, daß die elektriſchen Erſcheinungen ſo ſeltſam wären, daß, ungeachtet es eine große Menge Verſuche darüber gebe, man doch bisher noch nicht vermögend ſey, aus ihrer Vergleichung eine Theorie feſtzuſetzen, wel-

welche über die Ursache dieser Eigenschaft in den Körpern einen Aufschluß gebe, oder nach welcher wir auch nur von allen ihren Wirkungen ein Urtheil fällen könnten, was für einen nützlichen Einfluß die Elektricität in die Natur habe, ob wir gleich aus demjenigen, was wir bisher davon wahrgenommen hätten, gewiß vermuthen könnten, daß derselbe von großem Nutzen seyn müsse, weil er sich so sehr weit erstrecke.

Seine ersten Versuche, von welchen in den philosophischen Transactionen vom Julius 1739 Nachricht ertheilt wird, wurden mit einem über Katzendarmsaiten ausgespannten hanfenen Stricke angestellt. An dem einen Ende des Strickes befestigte er verschiedene Substanzen, und bemerkte, daß alle diejenigen, mit welchen er die Versuche gemacht hatte, worunter verschiedene an sich selbst elektrisch waren, z. B. Schwefel, Glas u. s. ohne Ausnahme elektrisch wurden.

Er veränderte die eine der Katzendarmsaiten, worüber seine Communicationsschnur ausgespannt war, und nahm an deren statt verschiedene andere Substanzen, um zu erfahren, welche Körper die Elektricität an den aufgehängten Körpern durchließen, oder nicht; da er denn aus dem Erfolge dieses Versuchs zum Theil schloß, daß Körper, bey welchen keine Elektricität hervorgebracht werden konnte, den elektrischen Strom aufhielten, diejenigen hingegen, bey welchen sie hervorzubringen war, denselben nicht aufhielten, sondern ihn bis ans äußerste Ende der hanfenen Schnur ungehindert fortgehen ließen. Seine Vorstellungen aber, welche er sich von der Art und Weise, wie der elektrische Strom aufgehalten werde, machte, waren sehr unvollkommen.

Es ist nicht der Mann, dem Kleist sich anvertraut, in dem er Verständnis findet, sondern der Mann, der ihn ablehnt, der ihn verspottet, der ihn verhöhnt. Und dieser Mann ist Goethe. Er ist es, der Kleist zum Selbstmord treibt, er ist es, der ihn in den Tod hetzt. Er ist es, der ihn in den Tod schreibt. Er ist es, der ihn in den Tod schreibt. Er ist es, der ihn in den Tod schreib

die Elektricität um desto geschwinder, je mehr solcher Körper sich in seiner Nähe befinden. Bey feuchter Witterung behält folglich die elektrische Glasröhre ihre Kraft nur eine Zeitlang, weil sie auf die in der Luft herum schwimmenden feuchten Dünste wirkt. Und wenn die elektrische Glasröhre an Goldblätter, welche auf einem Ständer liegen, gehalten wird, wirkt sie weit länger und stärker darauf, als wenn dieselbe Quantität Goldblätter auf einen Tisch, welcher mehr unelektrische Oberfläche als der Ständer hat, gelegt wird.

Ein unelektrischer Körper, welcher die Elektricität empfangen hat, verliert sie auf einmal bey Annäherung eines andern unelektrischen Körpers. Thierische Substanzen sind wegen der in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten unelektrisch. Die erregte Elektricität äußert sich sphärisch um die an sich elektrischen Körper; cylindrisch hingegen, wenn der Körper ein Cylinder ist.

Unter seinen vielen elektrischen Versuchen sind die merkwürdigsten folgende. Als er einem brennenden Talglichte die Elektricität mittheilen wollte, bemerkte er, daß das Licht den Probierfaden, aber nicht nahe, etwa zwey oder drey Zoll von der Flamme, anzog; sobald aber das Licht ausgeblasen war, ward der Faden allenthalben, und sogar von dem Dachte, wenn er ganz verlöscht war, angezogen. Mit einem Wachslichte hatte der Versuch gleichen Erfolg, nur mit dem Unterschiede, daß die Elektricität hier der Flamme nicht so nahe kam, als bey dem Talglichte.

Er bemerkte, daß, wenn man eine gläserne Glocke bloß erwärme, ohne sie zu reiben, die an einem aufrecht

recht ſtehenden hölzernen Spieße angeknüpften Faſern einer Pflaumfeder ſich ſogleich ausſtrecken, wenn ſie über die Feder geſtellt wird; und daß Harz und Wachs bisweilen ihre Elektricität äußern, wenn ſie bloß an der freyen Luft liegen. Ferner bemerkte er, daß, wenn eine hohle Glasröhre, welche die Communicationsſchnur trug, feucht gemacht ward, indem man durch dieſelbe hindurch hauchte, ſie die Elektricität aufhielt.

Wenn eine elektriſch gemachte Glasröhre eine Pflaumfeder abgeſtoßen hatte, ſo zog ſie dieſelbe wieder an, nachdem ſie geſchwind in Waſſer getaucht wurde; bey trockener Witterung aber zog ſie dieſelbe nicht an, wenn er ſie auch noch ſo tief, und wenigſtens einen Fuß ihrer Länge, untergetaucht hatte, da er hingegen bey feuchter Witterung ſie nur 1 oder 2 Zoll tief eintauchen durfte.

Das Anziehen des Waſſers vermittelſt einer elektriſchen Glasröhre zeigte Deſaguliers weit beſſer, als bisher geſchehen war; indem er nämlich die Röhre über einen aus einem kupfernen Springbrunnen fahrenden Strahl hielt, als welcher ſich dabey gegen die Röhre krümmte, und bisweilen ſo ſtark gebogen wurde, daß er außerhalb dem darunter ſtehenden Gefäße niederfiel.

Deſaguliers ſcheint auch der erſte geweſen zu ſeyn, welcher ausdrücklich meldete, daß die reine trockene Luft unter die an ſich elektriſchen Körper gerechnet werden müſſe, und daß kalte Luft, wobey die wenigſten Dünſte aufſteigen, mehr elektriſch ſey, als warme, da wegen der Wärme die Dünſte häufig in die Höhe ſteigen. Auch nahm er für gewiß an, daß ſich die Theilchen der reinen Luft in einem elek-

elektrischen Zustande von der glashaften Art befänden, und erklärte die an der innern Fläche einer gläsernen Kugel, aus welcher bloß die Luft ausgepumpt worden war, sich äußernde Elektricität dadurch, daß dieselbe überall hin gienge, wo sie den wenigsten Widerstand von einem so elektrischen Körper, als die Luft sey, antreffe.

Die Erscheinung, da nach dem Versuche des D. Hales die Luft durch die schwefelichten Dünste ihre ausdehnende Kraft verlor, suchte er dadurch begreiflich zu machen, daß er annahm, die Theilchen des Schwefels und die der Luft zögen einander an, weil sie von verschiedenen Arten der Elektricität wären, wodurch ihre fortstoßende Kraft verloren gienge. Auch lehrte er folgende Muthmaßung über das Aufsteigen der Dünste durch die Elektricität. Da die Luft, welche über die Wasserfläche geht, elektrisch ist, und die kleinen Wassertheilchen gegen die elektrische Röhre springen, so stoßen sie alsdenn, weil sie selbst elektrisch werden, sowohl die Luft, als auch einander selbst, von sich, und steigen mithin in die höhern Gegenden der Atmosphäre hinauf.

Der letzte Aufsatz des Desaguliers, welchen man über die Lehre von der Elektricität in den philosophischen Transactionen von ihm findet, ist vom 24. Juni 1742 datirt, in welchem Jahre er eine Abhandlung über die Elektricität ans Licht stellte, für welche er den von der königl. Akademie der Wissenschaften und freyen Künste zu Bourdeaux ausgesetzten Preis erhielt. Diese Preisfrage, welche auf Begehren des Herzogs de la Force aufgegeben wurde, betraf: die wahrscheinlichste Erklärung von den Ursachen und Wirkungen der Elektricität der Körper aufzustel-

§ 2. Die Natur der Sprache.

Sprache ist Ausdruck des inneren Lebens, das sich in Gefühlen, Gedanken und Willen äußert. Sie ist

Laut-Sprache und **Gebärden-Sprache**.

Die Laut-Sprache ist entweder **Ton-Sprache** oder **Wort-Sprache**. Die Ton-Sprache ist die Sprache der Gefühle, die sich in Interjektionen und Naturlauten äußert. Die Wort-Sprache ist die Sprache der Gedanken und Willensakte. Sie ist entweder **Begriffs-Sprache** oder **Satz-Sprache**. Die Begriffs-Sprache ist die Sprache der Begriffe, die sich in Wörtern äußert. Die Satz-Sprache ist die Sprache der Urteile und Schlüsse, die sich in Sätzen äußert.

Die Gebärden-Sprache ist entweder **Mimik** oder **Pantomimik**. Die Mimik ist die Sprache der Gesichtsbewegungen, die sich in Mienen äußert. Die Pantomimik ist die Sprache der Körperbewegungen, die sich in Gesten äußert.

Die Sprache ist also

1. Ton-Sprache,
2. Begriffs-Sprache,
3. Satz-Sprache,
4. Mimik,
5. Pantomimik.

Die Ton-Sprache ist die Sprache des Gefühls, die Begriffs-Sprache ist die Sprache des Verstandes, die Satz-Sprache ist die Sprache der Vernunft, die Mimik ist die Sprache des Gesichts, die Pantomimik ist die Sprache des Körpers.

eine Maschine, und fügte derselben einen ersten Leiter hinzu, welcher in einer eisernen oder blechernen Röhre bestand, die zuerst von einem auf Pechkasten stehenden Menschen gehalten und nachher auf seidene Schnüre horizontal vor der Kugel gelegt ward. Um zu verhindern, daß die Röhre der Kugel keinen Schaden thun könnte, legte er ein Bündel Fäden in das zunächst der Kugel befindliche und zu dieser Absicht offen gelassene Ende der Röhre. Außerdem, daß dieses Mittel mancherley artige Erscheinungen veranlaßte, verstärkte es auch die Kraft des Leiters gar merklich.

Der P. Gordon, Professor in Erfurt, gebrauchte statt der Kugel einen Glascylinder. Diejenigen, deren er sich hiezu bediente, waren 8 Zoll lang, und 4 Zoll im Diameter. Er drehete sie am Wirbel durch eine Schnur, die über einen Bogen gespannt war. Anstatt eines Pechkastens isolirte er vermittelst eines mit saubern seidenen Schnüren bezogenen Rahmens.

Nach dieser Methode des P. Gordon ließ auch Winkler [q]) zu Leipzig eine Maschine verfertigen, bey der der Wirbel an der Axe des Cylinders, wie bey den Drechselbänken, vermittelst einer Schnur an einer Wippe durch Treten mit dem Fuße bewegt ward. Winkler [r]) kam aber bald wieder zu der Hausischen Einrichtung zurück, die er so beschreibt, wie er sie selbst zu größern Versuchen gebraucht hat, daß nämlich mit einem einzigen Rade vier Kugeln zugleich gedreht, und diese durch das Anhalten der Hände zweyer Personen gerieben werden.

Die-

q) Gedanken von den Eigenschaften, Wirkungen und Ursachen der Elektricität. Leipz. 1744. 8.

r) Eigenschaften der elektrischen Materie. Leipz. 1745. 8.

Zum Wesen der Ehe gehört, daß dieselbe eine Gemeinschaft des ganzen Lebens ist. Sie ist nicht bloß eine Gemeinschaft des Lebens, sondern auch des Vermögens. Jeder Ehegatte hat Anteil an dem Vermögen des anderen. Dieser Anteil ist verschieden je nach dem Güterstande, in welchem die Ehegatten leben. Der Güterstand ist entweder ein gesetzlicher oder ein vertragsmäßiger. Gesetzlicher Güterstand ist die Verwaltung und Nutznießung des Mannes (§ 1363 BGB.). Vertragsmäßiger Güterstand ist entweder Gütergemeinschaft (§ 1415 BGB.) oder Gütertrennung (§ 1426 BGB.).

Die Ehe ist, wie wir gesehen haben, eine Gemeinschaft des ganzen Lebens. Sie ist auch eine Gemeinschaft des Vermögens. Jeder Ehegatte hat Anteil an dem Vermögen des anderen. Dieser Anteil ist verschieden je nach dem Güterstande, in welchem die Ehegatten leben. Der Güterstand ist entweder ein gesetzlicher oder ein vertragsmäßiger. Gesetzlicher Güterstand ist die Verwaltung und Nutznießung des Mannes (§ 1363 BGB.). Vertragsmäßiger Güterstand ist entweder Gütergemeinschaft (§ 1415 BGB.) oder Gütertrennung (§ 1426 BGB.).

und verband ihn mit der Kugel durch eine Kette. In Frankreich ist diese Maschine bis zum Jahr 1770 beybehalten, und im wesentlichen nichts daran geändert worden.

Durch diese Maschinen waren die Physiker im Stande, eine so erstaunliche Kraft von Elektricität hervorzubringen, daß, wenn man ihren eigenen Berichten trauen darf, durch einen elektrischen Funken das Blut zum Finger herausgezogen werden konnte, die Haut aufriß, und eine Wunde zum Vorschein kam, als wenn sie durch ein ätzendes Mittel verursacht worden wäre. Sie versichern, daß, wenn verschiedene Röhren oder Kugeln gebraucht wurden, das herauslaufende Blut wie leuchtender Phosphor anzusehen gewesen sey, wenn unterdessen einer Person zur Ader gelassen worden, und daß die Bewegung des Herzens und der Pulsadern bey einer elektrisirten Person merklich vermehrt worden sey. Der P. Gordon nahm wahr, daß Wasser, welches aus einem elektrisirten künstlichen Springbrunnen herausfloß, sich in leuchtende Tropfen ausbreitete, und daß eine größere Quantität Wasser in einer gegebenen Zeit ausgetrieben ward, als wenn der Springbrunnen unelektrisirt war; so wie auch elektrisirtes Wasser geschwinder ausdunstete, als unelektrisirtes, wenn es in gleichartigen gläsernen Gefäßen an der Luft gestanden hatte. Er verstärkte die elektrischen Funken so sehr, daß sie jemand vom Kopfe bis zum Fuß empfinden konnte, auch tödtete er dadurch kleine Vögel. Dieß bewerkstelligte er dadurch, daß er die Elektricität vermittelst eines dicken eisernen Draths 200 Ellen weit von dem Orte, wo die Elektricität erregt wurde, fortleitete. Auch hat er bey diesen Versu-

chen

der die Kunst dieser Länder, wie so manch
ist, nur in Bruchstücken kennt.

Wenn wir in der Architektur eine Übereinstimmung
mit der ägyptischen finden, so ist sie nur eine äußerliche.
Die Grundformen sind ganz verschieden. Die Pyramide
fehlt, und die Säule, die in Ägypten so wichtig ist, tritt
in Indien nur selten auf. Dagegen ist der Pfeiler, der
in Ägypten fast ganz fehlt, in Indien sehr häufig. Die
Pfeiler sind meist viereckig, oft aber auch achteckig, und
dann ist der Übergang vom Viereck zum Achteck durch
Ausfüllung der Ecken mit Dreiecken vermittelt. Die
Pfeiler sind oft mit Reliefs geschmückt, und zwar sind
diese Reliefs meist in Form von Medaillons angebracht.
Die Pfeiler haben weder Basis noch Kapitäl, sondern
gehen unmittelbar in die Decke über, die aus Steinbalken
besteht, welche auf den Pfeilern ruhen. Die Decke ist
oft mit Reliefs geschmückt, die in Kassetten angebracht
sind. Die Fenster sind meist klein und haben oft die
Form von Gitterfenstern. Die Thüren sind oft mit
Pfosten eingefaßt, die mit Reliefs geschmückt sind.

zwar behauptet, aber noch nicht als eine gewisse Wahrheit außer Zweifel zu setzen gesucht.

Besonders merkwürdig sind diejenigen Versuche, welche die Deutschen mittelst der von ihnen erfundenen Maschinen mit entzündbaren Substanzen anstellten. Der erste, welcher im Anfange des Jahrs 1744 durch eine elektrisch gemachte Glasröhre den spiritus aethereus Frobenii entzündete, war Ludolf x). Er that dieses in der ersten allgemeinen Versammlung der königlichen Akademie in Gegenwart einiger hundert Personen. Er verrichtete den Versuch durch Funken, welche er aus einer elektrisirten eisernen Stange herausbrachte. Im nächstfolgenden Maymonate bewirkte Winkler dasselbe mit einem Funken aus seinem eigenen Finger, und brachte nicht nur den vorerwähnten höchst rectificirten spiritus, sondern auch Franzbranntwein, Vorsprang, und noch andere schwächere Arten von Spiritus, nachdem er sie vorher warm gemacht hatte, zum zünden. Imgleichen meldet er, daß Oel, Pech und Siegellack, bis zu einem dem Entzünden nahen Grade erhitzt, durch elektrische Funken in Flamme zu setzen seyen. Auch Gralath zündete ein Licht durch den elektrischen Funken an, wenn er denselben auf den Dampf des so eben verloschenen Lichts fahren ließ, und Bose entzündete das Schießpulver, welches er in einem Löffel hatte schmelzen lassen.

Die deutschen Elektrisirer erfanden auch eine Maschine, vermittelst welcher sie einem gläsernen Cylinder im luftleeren Raume ein Reiben beybringen konnten. Sie versuchten auf diese Art einen Draht, dessen

x) Gralaths Geschichte der Elektricität. S. 284 – 286.

ſen Ende in der freyen Luft ſich befand, zu elektriſiren, und brachten dadurch eine beträchtliche elektriſche Kraft zu Stande. Auch elektriſirten ſie das in freyer Luft befindliche Ende, und verurſachten, daß das andre im luftleeren Raume befindliche Ende ſeine Elektricität äußerte.

Auch führen die Deutſchen einen gewiſſen Verſuch an, welcher, wenn er ausgeführt worden wäre, ſie auf die Entdeckung gebracht haben würde, daß das Reiben der gläſernen Kugel die elektriſche Materie nicht hervorbringe, ſondern bloß ſammle. Allein dieſe Entdeckung war dem D. Watſon vorbehalten. Es ſcheint, daß Boſe ſowohl, als Allamand, die Maſchine, und den Menſchen, der ſie in Bewegung ſetzte, in Seide aufgehängt, und dabey wahrgenommen haben, daß nicht allein der Leiter, ſondern auch der Menſch und die Maſchine, Zeichen der Elektricität von ſich gaben. Sie fanden ſich aber in ihren Erwartungen getäuſcht: denn ſie glaubten, daß ein Theil der elektriſchen Kraft durch die Maſchine beſtändig nach den Boden gienge, und bildeten ſich daher ein, daß, wenn ſie dieſelbe iſolirten, die elektriſche Kraft eine viel ſtärkere Wirkung hervorbringen würde.

Um dieſe Zeit bewieß Ludolf der Jüngere zu Berlin, daß das leuchtende Barometer durch die Bewegung des Queckſilbers vollkommen elektriſch werde, indem es kleine Papierſtückchen u. d. gl., welche an der Seite der Röhre aufgehangen waren, nachdem dieſelbe in eine andere, aus welcher die Luft rein ausgezogen war, eingeſchloſſen wurde, zuerſt anzog, und nachher heftig wieder zurückſtieß. Vor dieſem Verſuche hatte man dieſe Wirkungen der Luft zugeſchrieben.

ben. Die Herren Hamberger und Waitz hatten entdeckt, daß die Bewegungen des Queckſilbers in einem gläſernen Gefäße, aus welchem die Luft herausgepumpt war, das Vermögen beſaß, leichte Körper zu bewegen; und Allamand fand noch, daß dieſe Wirkung einerley war, es mochte das Gefäß mit Luft angefüllt ſeyn, oder nicht.

Zu derſelben Zeit gab ſich Boſe ſehr viel Mühe, zu beſtimmen, ob das Gewicht der Körper durch die Elektricität verändert würde; allein er fand es wirklich nicht ſo.

Der P. Gordon erfand den ſogenannten elektriſchen Stern, ein dünnes Stück Blech mit acht langen Spitzen oder Strahlen, welche vom Mittelpunkte gleich weit abſtehen. Wenn er denſelben dergeſtalt an das elektriſche Glas ſtellte, daß zwey Spitzen deſſelben über die Axe des Glaſes reichten, und nur ſo weit davon entfernt waren, daß das Glas ungehindert herumgedreht werden konnte, das Glas auch recht ſtark gerieben ward, ſo gieng der Stern, ohne von jemanden in Bewegung geſetzt zu ſeyn, von ſelbſt herum. Ferner erfand Winkler ein Rad, welches durch die Elektricität herumgedreht wird; und Boſe leitete die Elektricität vermittelſt eines Waſſerſtrahls von einem Menſchen zum andern, wenn dieſelben auf Pechkaſten ſechs geometriſche Schritte von einander entfernt ſtanden, fort, und Gordon ſetzte ſogar Spiritus vermittelſt eines Waſſerſtrahls in Brand.

Gottfried Heinrich Grummert aus Biala in Polen ſtellte einen Verſuch mit dem elektriſchen Lichte an, welcher nachher von Watſon und Canton fortgeſetzt und ſehr weit getrieben ward. Als

derſelbe nämlich geſehen hatte, daß die Elektricität im Stande ſey, ein Licht hervorzubringen; ſo wollte er verſuchen, ob eine luftleere gläſerne Röhre, etwa $\frac{1}{3}$ Zoll weit und 8 Zoll lang, durchaus leuchten würde, wie ſie ſonſt zu thun pflegt, wenn ſie gerieben wird. Er hielt ſie alſo in der Weite einiger Zolle von der elektriſchen Kugel, die an ihrer Maſchine herumgedreht und gerieben ward; wider Vermuthen bemerkte er, daß dieſe Röhre in einer ſo merklichen Entfernung leuchtete. Ja ſie leuchtete, ſo lang und breit ſie war, ſo hell, daß Jedermann es wahrnehmen konnte. Auch hat er öfters in einer Entfernung, wo die Röhre nicht mehr leuchten wollte, bemerkt, daß ſie in einem Augenblicke wieder Licht von ſich gab, ſobald er damit in die Luft ſtrich, ohne der elektriſchen Kugel näher zu kommen. Dieſes Leuchtens im luftleeren Raume könnte man ſich, nach dem Vorſchlage des Herrn Grummert, in Bergwerken und an Orten, wo gemeines Feuer und Licht nicht brennen wollen, bedienen, und er führt in dieſer Abſicht verſchiedene Methoden, dieſes Licht zu vervielfältigen und zu vermehren, an.

Krüger machte eine artige Entdeckung, welche die durch die elektriſchen Ausſtrömungen verurſachte Veränderung der Farbe der Körper betrifft. Um zu erforſchen, ob ſich in dieſen Ausſtrömungen etwas Schwefelhaftes befinde, ließ er den elektriſchen Funken auf rothe Blätter vom wilden Mohn ſchlagen, und fand, daß dieſelben ſofort weiß wurden. An gelben und blauen Farben war er in demſelben Augenblicke eine Veränderung hervorzubringen nicht im Stande; wenn dieſelben aber einen oder ein Paar Tage nach dieſer Operation gelegen hatten, wurden

ſie

sie weiß. Um diese Versuche bequem anzustellen, wurden die Blumen mit weißem Wachse auf einen zinnernen Teller geklebt.

Durch diese elektrischen Entdeckungen, welche so artige Belustigungen gewährten, ward auf die Elektricität eine so allgemeine Aufmerksamkeit rege gemacht, daß im Jahr 1745 in Deutschland und Holland elektrische Versuche für Geld angestellt, und davon Nachrichten in den öffentlichen Blättern bekannt gemacht wurden.

Das Anzünden der Dämpfe der Körper durch den elektrischen Funken ward auch bald in England, und unter andern von D. Miles, bewerkstelligt; welcher, wie aus seinem in der königl. Societät den 7. März 1745 abgelesenen Aufsatze erhellt, den Phosphor durch die unmittelbar daran gehaltene elektrische Glasröhre, ohne Zwischenkunft irgend eines Leiters, in Brand setzte. Bey dieser Gelegenheit bemerkte auch Miles Strahlenpinsel, oder sogenannte Lichtblitze, welche aus der Röhre, ohne Beyhülfe eines nahe daran gehaltenen Leiters, herausfuhren. Von diesen Lichtblitzen lieferte er eine Zeichnung, welche mit der Gestalt dieser Pinsel ziemlich genau überein kommt.

Unter den Engländern war aber vorzüglich D. Watson der erste, welcher die von den Deutschen gemachten Entdeckungen wiederholte, sie erweiterte und verbesserte. Seine ersten Sendschreiben an die königliche Societät über diese Materie sind zwischen dem 28. März und 24. Octob. 1745 datirt. Ihm gelang es, außer den oben angeführten geistigen Substanzen auch den gemeinen Branntwein durch den elektrischen Funken zu entzünden. Auch brachte er entzündbare Luft

es gewesen, und nachdem sie ihn, Wenzeln und Hedwig, mit Küssen und Liebkosungen überhäuft hatte, sagte sie: „Ich habe euch Beide lieb, aber Wenzel noch lieber, weil er mir das Leben gerettet hat. Ich will ihn heirathen, wenn er mich haben will.“ Wenzel war ganz entzückt über diese Worte, und Hedwig, die ihn ebenfalls sehr lieb hatte, freute sich auch darüber, weil sie wußte, daß Wenzel ihr Bruder sei. Sie ging daher zu ihrer Mutter, erzählte ihr Alles, was sich zugetragen hatte, und bat sie, Wenzeln zu ihrem Bruder zu machen. Die Mutter willigte ein, und Wenzel wurde nun Hedwigs Bruder. Sie hatten sich Beide sehr lieb, und Hedwig sagte oft zu ihm: „Wenzel, du bist mein Bruder, und ich habe dich sehr lieb.“ Wenzel aber sagte: „Ich habe dich noch lieber, denn du bist meine Braut.“ Hedwig wußte nicht, was das heißen sollte, und fragte ihre Mutter darüber. Diese sagte: „Wenzel hat dich lieb, weil du ihm das Leben gerettet hast, und will dich heirathen.“ Hedwig sagte: „Ich habe ihn auch lieb, und will ihn auch heirathen.“ Wenzel und Hedwig wurden nun Verlobte.

Als er eine Anzahl fein gesponnener Glasfäden, und andere Drathstücke von gleicher Länge und Dicke elektrisirte, bemerkte er mit äußerstem Vergnügen, daß die Glasfäden nach dem elektrisirten Körper sprangen, und sich ohne Knistern daran hängten; hingegen die Drathstücke sehr geschwind auf und nieder sprangen, und zwar jedesmal mit einem Knistern und einer kleinen Flamme.

In einem der königlichen Societät am 6. Febr. 1746 vorgelesenen Aufsatze bemerkte er, daß elektrische Funken nach Beschaffenheit der Substanzen, aus welchen sie hervorkamen, an Farbe und Gestalt verschieden erschienen; daß das Feuer von rauhen Körpern, z. B. rostigem Eisen u. d. gl. weit röther aussah, als von polirten Körpern, wenn dieselben auch noch so scharf waren, z. B. von einer polirten Scheere u. d. gl. Er glaubte, daß das verschiedene Ansehen mehr von dem verschiedenen Zurückschlagen des elektrischen Lichts von der Oberfläche der Körper, aus welchen es herausfuhr, als von irgend einem Unterschiede in dem Feuer selbst herrühre.

Er bemerkte auch, daß die Elektricität beym Hindurchgehen durch Glas nicht die geringste Brechung erlitt, indem er durch genaue Beobachtungen gefunden hatte, daß die Richtung derselben allemal in geraden Linien war, selbst durch Gläser von verschiedenen Gestalten, welche in einander eingeschlossen waren, so daß zwischen jedem Glase noch ein großer Zwischenraum befindlich war. Wenn Bücher, oder andere unelektrische Körper, auf Glas gelegt, und zwischen die elektrisch gemachten und leichten Körper gebracht wurden, so blieb die Richtung der Kraft dennoch in geraden Linien, und schien augenblicklich so

wohl durch die Bücher, als auch durch das Glas, hindurch zu gehen. Durch dieſe Verſuche nahm er wahr, daß das elektriſche Anziehen durch Glas hindurch weit ſtärker war, wenn das Glas war warm gemacht worden, als wenn es kalt war. Bisweilen fand er auch, daß die Elektricität, wiewohl nur in geringem Maaße, durch elektriſche Körper, welche ungefähr 4 Zoll dick waren, hindurch gieng.

Er bemerkt, daß beym Elektriſiren der Subſtanzen von anſehnlicher Breite die elektriſche Kraft ſich zuerſt an demjenigen Theile derſelben, welcher von der elektriſch gemachten Röhre am weiteſten entfernt war, geäußert habe.

Er ſtellte einige Verſuche an, welche zeigten, daß das Feuer der Elektricität weder durch die Gegenwart noch Abweſenheit eines andern Feuers verändert ward.

In dem Verfolge ſeiner Verſuche, welche er am 30. Oct. 1746 vorgeleſen hat, erzählt er, daß er eine Glaskugel inwendig mit einer Maſſe von Wachs und Harz ziemlich dick überzogen, aber nicht den geringſten Unterſchied zwiſchen ſolchen und den andern Kugeln wahrgenommen habe.

Auch ſtellte Watſon verſchiedene Verſuche mit mehreren Kugeln an, welche alle zugleich umgedreht wurden, und einen gemeinſchaftlichen Leiter hatten. Er folgerte daraus, daß die Stärke der Elektricität durch die Menge und Größe der Kugeln zwar bis zu einem gewiſſen Grade, keinesweges aber nach dem Verhältniſſe ihrer Anzahl und Größe vermehrt ward. Indeſſen geſteht ihr Watſon doch in einer Folgerung, welche er aus dieſen wirklichen Verſuchen zieht, eine ſehr beträchtliche Verſtärkung zu. Seiner

ner Meynung nach ist ein jeder Körper nur eines gewissen ihm proportionirten Grades der Elektricität fähig; diesen kann er durch Anwendung mehrerer Kugeln geschwinder erlangen; sobald er ihn aber erlangt hat, so geht alle übrige Kraft, die man auf ihn bringen oder in ihm erregen will, verloren, und vertheilt sich in eben dem Augenblicke, da sie in ihm hervorgebracht worden. Daher ward offenbar durch die mehreren Kugeln mehr Feuer gesammelt, ungeachtet die Gestalt des Leiters, dessen er sich hiebey bediente, von der Beschaffenheit war, daß sie dasselbe nicht zurück behalten konnte. Die große Stärke seiner vier vereinigten Kugeln erhellt aus seiner eigenen Nachricht; denn als zwey zinnerne Teller, der eine in der Hand einer elektrisirten Person, und der andere in der Hand einer andern, welche auf dem Fußboden stand, gehalten wurden, so waren die zwischen beyden Tellern entsprungenen Funken dermaßen stark, und folgten so geschwind auf einander, daß man im Dunkeln die Gesichter von dreyzehn Personen, welche im Zimmer rings umher standen, deutlich dabey erkennen konnte.

Endlich fand auch Watson, daß der Rauch, ein an und für sich elektrischer Körper, ein Leiter der Elektricität war; imgleichen, daß die Flamme die gesammte Elektricität unvermindert fortleitete; denn er beobachtete, daß zwey Personen, welche auf elektrischen Körpern standen, einander die Kraft mittheilen konnten, ohne daß sich das geringste weiter zwischen ihnen, als der Rauch in dem einen, und die Flamme in dem andern Falle, befand.

Um dieselbe Zeit entdeckte auch du Tour, daß die Flamme die Elektricität zerstörte, wie er dem Abt

Wenn es in einem Hornviehstalle viele Flöhe hat, so kann man sie vertreiben, wenn man Wermuth, Rainfarn, Tabak und Rauten anzündet.

Wenn man Ameisen, Schaben und Flöhe in Häusern vertreiben will, so darf man nur Wermuth, Rainfarn, Tabak und Rauten anzünden, und den Rauch durch alle Zimmer gehen lassen. Auch kann man Wermuth, Rainfarn, Tabak und Rauten in Wasser kochen, und dieses Wasser in alle Winkel, wo sich Ameisen, Schaben und Flöhe aufhalten, sprengen. Auch kann man Wermuth, Rainfarn, Tabak und Rauten in Wasser kochen, und dieses Wasser in alle Winkel, wo sich Ameisen, Schaben und Flöhe aufhalten, sprengen. Auch kann man Wermuth, Rainfarn, Tabak und Rauten in Wasser kochen, und dieses Wasser in alle Winkel, wo sich Ameisen, Schaben und Flöhe aufhalten, sprengen. Auch kann man Wermuth, Rainfarn, Tabak und Rauten in Wasser kochen, und dieses Wasser in alle Winkel, wo sich Ameisen, Schaben und Flöhe aufhalten, sprengen. Auch kann man Wermuth, Rainfarn, Tabak und Rauten in Wasser kochen, und dieses Wasser in alle Winkel, wo sich Ameisen, Schaben und Flöhe aufhalten, sprengen. Auch kann man Wermuth, Rainfarn, Tabak und Rauten in Wasser kochen, und dieses Wasser in alle Winkel, wo sich Ameisen, Schaben und Flöhe aufhalten, sprengen. Auch kann man Wermuth, Rainfarn, Tabak und Rauten in Wasser kochen, und dieses Wasser in alle Winkel, wo sich Ameisen, Schaben und Flöhe aufhalten, sprengen. Auch kann man Wermuth, Rainfarn, Tabak und Rauten in Wasser kochen, und dieses Wasser in alle Winkel, wo sich Ameisen, Schaben und Flöhe aufhalten, sprengen.

sirt man den Nagel stark, welches sich an dem in dem Gläschen befindlichen Lichte und den herausschlagenden Funken spüren läßt, so kann man den in einer andern Kammer befindlichen spiritum vini noch damit anzünden. Wird während dem Elektrisiren ein Finger oder ein Stück Geld an den Nagel gehalten, so ist der herausfahrende Schlag so stark, daß Arme und Achseln davon erschüttert werden. Eine auf Glas oder blau seidenen Schnüren liegende blecherne Röhre läßt sich durch dieses Instrument viel stärker elektrisiren, als wenn es unmittelbar durch die Kugel geschieht; imgleichen ein auf einem elektrischen Postament stehender Mensch. Wird eine blecherne Röhre, welche 15 Fuß lang seyn kann, auf gewöhnliche Art elektrisirt, und man hält sodann den in dem Gläschen befindlichen Nagel daran, und fährt mit Elektrisiren fort, so sollte man gar nicht glauben, in welche Stärke die Elektricität gesetzt wird, wenn nicht die Erfahrung den besten Beweis gebe. Ist das Gläschen kurz, etwa 2 Zoll lang, so daß sich die Finger in der gehörigen Weite befinden, so schlägt der Funke von selbst aus dem Nagel auf den Finger zu. Dünnhälsige Gläser sind ein paar mal durch den heftigen Schlag zersprengt worden. Als etwas besonderes scheint hiebey zu seyn, daß, wenn das Gläschen mit dem Nagel in eine andere fortpflanzende oder nicht-fortpflanzende Materie gefügt wird, die starke Wirkung nicht erfolgen will. Das Glas auf Holz, Metall, Glas, Siegellack u. s. f. gekittet und elektrisirt zeigt die Wirkung nur schwach. Der menschliche Körper muß also wohl hierzu etwas beytragen. Dieser Satz wird dadurch bestärkt, daß man zur Zeit keinen spiritum anders hat anzünden können, als wenn er in der Hand gehalten worden ist.

Zu Anfange des Jahrs 1746 ſchrieb Muſſchenbroek aus Leiden an Reaumür: er ſey auf einen ſchrecklichen Verſuch gerathen, mit einer Erſchütterung, der er ſich für die Krone Frankreichs nicht zum zweytenmale ausſetzen möchte. Allamand wiederholte dieſes in einem Briefe an Nollet, und im Februar auch in einem eigenen Aufſatze [z]).

Der Abt Nollet nannte daher die Entdeckung den Leidner Verſuch, welchen Namen ſie auch behalten hat, ob ſie gleich weit richtiger der Kleiſtiſche Verſuch heißt.

Man fieng in Frankreich an, Muſſchenbroek'en für den Erfinder zu halten, als Allamand noch im Jahr 1746 ſowohl an Nollet, als an Gralath meldete: die erſte Entdeckung gehöre eigentlich einem angeſehenen Privatmanne in Leiden, Cunäus, der ſchon 1745 zufälliger Weiſe darauf gekommen ſey. Es iſt nicht wahrſcheinlich, daß dieſer Mann etwas von der Entdeckung des deutſchen Prälaten gewußt habe; inzwiſchen bleibe dieſem letzten unſtreitig das Verdienſt der erſten Erfindung und Bekanntmachung.

Auf dieſe Erfindung ſoll man auf folgende Art gekommen ſeyn. Als Muſſchenbroek und ſeine Freunde bemerkten, daß elektriſirte Körper, wenn ſie der gemeinen Atmoſphäre ausgeſetzt waren, welche beſtändig mit ableitenden Theilchen von allerley Art angefüllt iſt, ihre Elektricität gar bald verloren, und nur eine ganz geringe Quantität davon zu behalten vermögend waren, fielen ſie auf den Gedanken, daß, wenn die elektriſirten Körper auf allen Seiten von

ſol-

z) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1746.

solchen, welche von Natur elektrisch sind, eingeschlossen würden, sie alsdann vielleicht eine stärkere Kraft anzunehmen und dieselbe länger zu behalten vermögend wären. Da zu dieser Absicht Glas der geschickteste elektrische Körper, und Wasser der geschickteste unelektrische ist; so stellten sie die Versuche anfänglich mit Wasser in gläsernen Bouteillen an; es ward aber keine beträchtliche Entdeckung gemacht, als bis es dem Herrn Cunäus wiederfuhr, daß, als er einmal in der einen Hand sein gläsernes Gefäß mit Wasser hielt, welches vermittelst eines Drathes mit der elektrisirten Röhre Communication hatte, und mit der andern Hand denselben von der Röhre loß machte, er mit einemmale durch einen plötzlichen Schlag in seinem Arm und in seiner Brust erschreckt ward, dergleichen er bey diesem Versuche am wenigsten erwartet hatte.

Als Allamand diesen Versuch, und zwar bloß mit einem gemeinen Bierglase, das erstemal anstellte, versicherte er, daß er anfänglich einige Augenblicke seinen Athem verloren, und darauf einen so übermäßigen Schmerz längst dem rechten Arme bekommen habe, daß er anfänglich üble Folgen davon befürchtete; doch wäre hernach alles ohne Schaden abgelaufen. Der merkwürdigste Bericht aber ist derjenige, welcher sich vom Herrn Winkler herschreibt. Er erzählt, daß, als er den Leidenschen Versuch zum erstenmale anstellte, er starke Convulsionen darnach in seinem Körper empfunden habe, und daß sein Geblüt so stark erhitzt worden sey, daß er ein hitziges Fieber befürchtet, und kühlende Arzeneyen habe brauchen müssen; im Kopfe an der Stirn habe es ihm etliche Tage wie ein Stein gelegen; einige Tage darauf habe

er

er zweymal Naſenbluten bekommen, wozu er ſonſt gar nicht geneigt geweſen ſey, und in den Gelenken der Hände und Arme habe er einen fortdauernden Schmerz, ein Zucken und Reißen empfunden, ſo daß er mit der rechten Hand in acht Tagen nicht habe ſchreiben können. Seine Gattin, welche den ſtarken elektriſchen Schlag nur zweymal bekommen, habe ſich ſo ſchwach darauf befunden, daß ſie kaum gehen können; und in der folgenden Woche, da ſie wieder ſo dreiſt geworden ſey, noch einen Schlag anzunehmen, habe ſie, nachdem ſie den Verſuch nur einmal angeſtellt, gleich einige Minuten darauf Naſenbluten bekommen.

Alle dieſe Nachrichten erregten ein unbeſchreibliches Aufſehen, und machten die Elektricität zum Gegenſtande der allgemeinen Unterredung. Jedermann war begierig, den Verſuch zu ſehen, und, der ſchrecklichen Berichte, welche davon abgeſtattet wurden, ungeachtet, zu fühlen.

Gralath und Winkler aber waren die erſten, welche der Erfindung ſelbſt etwas zuſetzten. Erſterer verſtärkte die Erſchütterung dadurch, daß er anſtatt des Arzneygläschens eine gläſerne Phiole von 5 Zoll im Diameter mit einem 10 Zoll langen Halſe, und anſtatt des eiſernen Nagels einen ſtarken eiſernen Drath mit einer Kugel, anſtatt des Weingeiſtes aber Waſſer nahm. Er fand zuerſt, daß dieſelbe Erſchütterung einer Menge Perſonen, welche ſich einander mit den Händen angefaßt hatten, mitgetheilt werden könne, wenn die Perſon an dem einen Ende der Reihe die Phiole auswendig berührte, und die an dem andern Ende einen mit der inwendigen Seite communicirenden Drath anfaßte. Auf ſolche Art ſtellte er den Verſuch am 20. Apr. 1746 in öffentlicher Verſammlung der Societät mit 20

Pers

Personen an; und er sagt, daß er leicht vermuthen könne, daß solches auch mit tausend und mehreren Personen angehen würde. Auch ließ er, anstatt des unmittelbaren Berührens, die Verbindung der Personen mittelst anderer Körper machen; waren diese Metall, z. B. eiserne Stangen, blecherne Röhren oder Dräthe, so empfanden die Personen die starke Erschütterung; waren es aber andere unelektrisirte Körper, z. B. hölzerne Stöcke, hanfene Stricke u. s. f., so erfolgte nicht die geringste Mittheilung der Erschütterung; die an sich elektrischen Körper aber, z. B. gläserne Röhren, Siegellack u. d. gl. waren hiezu gar nicht tauglich. Um die Mittheilung der elektrischen Erschütterung in einer größern Entfernung und in freyer Luft noch weiter zu untersuchen, ließ er diejenige Person, welche die Phiole mit dem Drathe hielt, mit der andern Hand eine eiserne Stange anfassen, deren anderes Ende jemand mit der linken Hand hielt und mit der rechten Hand das Ende eines langen messingenen Drathes gefaßt hatte, der zum Fenster in den Garten herabgelassen, in demselben herumgeleitet und durch ein anderes Fenster wieder in das Zimmer geführt war, wo eine andere Person mit der linken Hand das Ende desselben, und mit der rechten eine eiserne Stange hielt, deren anderes Ende noch ein anderer gefaßt hatte, welcher wiederum, vermittelst einer eisernen Stange, mit der Person verbunden war, die den Funken aus dem Drathe in der Phiole herauslockte; den messingenen Drath, der in einem fortgieng, faßten im Garten hie und da einige Personen mit beyden Händen an. Als nun der Funke herausfuhr, bekamen die Personen, welche im Zimmer den Drath und die Stangen angefaßt hatten, in beyden Armen einen starken und sehr empfindlichen

Schlag,

Schlag, diejenigen Perſonen aber, welche im Garten den Drath angefaßt hielten, empfanden gar nichts davon. Auch war Gralath der erſte, welcher dasjenige, was wir jetzt eine elektriſche Batterie nennen, anlegte. Er nahm nämlich zur Verſtärkungsmaſchine Deſtillirkolben von dünnem Glaſe mit einem langen Halſe, die die Franzoſen Matras nennen, von 4, 5 bis 6 Zoll im Durchmeſſer, und den Hals ließ er 10 bis 15 Zoll lang. Dieſe Phiolen machte er von außen recht rein und trocken; zur Winterszeit füllte er ſie halb voll mit warmem Waſſer; im Sommer aber goß er nur kaltes Waſſer hinein; alsdann ſteckte er einen ſtarken eiſernen Drath, woran oben eine bleyerne Kugel, von 4, 5 bis 6 Linien im Durchſchnitte, gelöthet und welcher oben rechtwinklicht gebogen war, hinein, ſo daß er etwa 6 bis 8 Zoll über dem Halſe der Phiole hervorragte. Zuletzt bemerkt er, daß, wenn die Phiole einen Riß hat, er mag ſo klein ſeyn wie er will, zumal auf dem Boden, wo ſie auf der flachen Hand ruht, der Erfolg des Verſuchs dadurch gänzlich gehindert und geſtört werde; imgleichen daß die Verſtärkungsmaſchine, wenn ſie abgenommen worden, ihre Kraft nicht auf einmal oder nach einer einzigen Berührung verliere; ſondern, daß man mehrere Funken nach einander herauslocken könne; es ſeyen aber die Schläge bey den auf einander folgenden Berührungen immer ſchwächer; hält man aber etwas ein, und läßt einige Minuten verlaufen, ſo werden die Funken wieder ſtärker; ja wenn ſie zuweilen alle Elektricität verloren zu haben ſcheint, ſo bekomme ſie nach Verlauf einiger Zeit dieſelbe dennoch wieder a). Dieß iſt jetzt der ſogenannte Rück-

a) Verſuche und Abhandl. der naturf. Geſellſchaft zu Danzig. Th. I. S. 442.

Rückstand von der Ladung, und nichts anders, als ein Theil der Ladung, welcher in dem unbeschlagenen Theile der Phiole liegt, der alle seine Elektricität nicht auf einmal fahren läßt.

Winkler b) erfand ein Mittel, wodurch er, ohne ein Thier zu martern oder seine und anderer Menschen Gesundheit in Gefahr zu setzen, die Eigenschaften der verstärkten Elektricität untersuchen konnte. Er legte nämlich um die gläserne Flasche, worin der Drath steckt, eine eiserne Kette, welche auf einem zinnernen Teller ruhte; auf diesen setzte er ein Stück Metall, welches oben rund war; dieses Metall stellte er unter der elektrisirten Röhre in einer solchen Entfernung, daß zwischen der Röhre und dem Stück Metall ein Funke entstehen konnte; alsdann schlug der Funke wie ein Donnerstrahl, daß man ihn auf hundert Schritte sehen und hören konnte. Eben dieses von Winkler angegebenen Kunstgriffes bediente sich nicht allein Gralath bald darauf bey den Versuchen von der tödtlichen Verletzung durch die elektrischen Funken, sondern er gebrauchte denselben auch nachher beständig in solchen Fällen, wo er die Erschütterung in andern Körpern erregen wollte, ohne sich selbst der schmerzhaften Empfindung auszusetzen. Da Winkler aus andern Versuchen wahrgenommen hatte, daß die unmittelbare Berührung der gläsernen Flasche nicht unumgänglich nöthig sey, sondern daß durch die Berührung des metallenen Körpers, auf welchem die Flasche ruht, oder des darin befindlichen Wassers, eben dieselbe

b) On the effects of electricity upon himself and his wife. Philos. Trans. n. 480.

ſelbe Wirkung hervorgebracht werden könne, ſo kam er auf den Gedanken, den Verſuch im Großen anzuſtellen, um zu erfahren, ob ſowohl im ſtehenden als fließenden Waſſer der Verſuch von ſtatten gehen würde. Dieſen Verſuch ſtellte er am 28. Jul. 1746 in dem Apelſchen Garten auf der Pleiſſe an. Er hatte nämlich drey große mit Waſſer gefüllte Flaſchen, in deren jede ein meſſingener Drath geſteckt war, in die Pleiſſe gehängt. Die drey Dräthe waren auswendig ſo zuſammen geflochten, daß man eine Kette daran hängen konnte. Unter freyem Himmel hieng zwiſchen zwey Geſtellen an ſeidenen Schnüren das meſſingene Rohr. Von dem einen Ende deſſelben war eine Kette an die geflochtenen Dräthe, und von dem andern Ende eine andere Kette in ein Zimmer, wo die Maſchine ſtand, auf ein blechenes Kreuz gezogen, welches von den elektriſirten Körpern die Elektricität empfieng. Unter dem meſſingenen Rohre lag auf einem Stative eine kupferne Hohlkugel, woran die eiſerne Kette hieng, welche um die drey Flaſchen in der Pleiſſe geſchlungen war. Indem man Vormittags elektriſirte, da die Sonne auf die Röhre ſchien, ſo entſtanden zwiſchen Rohr und Kugel ſo ſtarke Funken, daß man ſie in einer Entfernung von 200 Schritten konnte blitzen ſehen und ſchlagen hören. Hierauf ward die Kette, die um die Flaſchen lag, von ihnen weggenommen, und 30 Ellen weit davon, bald oberhalb, bald unterhalb, in den Strom gelegt. So ſtark nun die elektriſchen Funken zuvor geweſen waren, ſo ſtark waren ſie auch jetzt. Auf denſelben Verſuch war auch zu gleicher Zeit Monnier in Frankreich gefallen. Endlich fand Winkler, daß, je mehr Glaskugeln gebraucht wurden und je größer dieſelben waren, deſto ſtärker auch Licht, Schlag und Erſchüt-

schütterung waren, womit die erregten Funken die sinnlichen Gliedmaßen rührten.

Als Jallabert c) den Leydenschen Versuch mit heißem Wasser anstellte, zerbrach die Phiole bey einer von freyen Stücken erfolgten Entladung, und ein kreisrundes Stück von $2\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser sprang von dem Orte des Sprunges gegen eine Mauer, welche 5 Fuß davon entfernt war. Das Gefäß hatte, wie er versichert, weder einen Riß, noch sonst einen andern Schaden.

Die meisten Erweiterungen dieser wichtigen Entdeckung hat D. Watson d) in den folgenden Jahren hinzugesetzt. Er bemerkte, daß dieser Versuch am besten von statten gieng, wenn die Phiole, worin das Wasser befindlich war, vom dünnsten Glase, und das Wasser wärmer als die äußere umgebende Luft war. Er meldet, daß er die Wirkung durch Vermehrung der Quantität des Wassers in gläsernen Gefäßen von verschiedener Größe, welche bis auf 4 Maaß gehalten, versucht habe, ohne daß der Schlag im geringsten verstärkt worden wäre. Auch bemerkte er, daß die Stärke des Schlages gar nicht nach dem Verhältnisse der Größe der Kugel, oder nach der Anzahl der bey dieser Gelegenheit gebrauchten Kugeln zunahm, sondern daß er eben so stark erschüttert wurde, da er den Versuch mit einer Kugel von 7 Zoll im Durchschnitte anstellte, als da er 4 Kugeln, eine von 16, und 3 von 10 Zoll dazu nahm; und aus Hamburg hat er die Nachricht erhalten, daß man

c) Experiences. p. 128.

d) Philos. Transact. 1748. 1749. n. 477. 478. 482. 485. 489.

man bey dem Gebrauche einer Kugel von Einer Brabanter Elle im Durchschnitte die gehoffte Verstärkung nicht habe bemerken können. Bey diesen beyden Beobachtungen muß aber nothwendig irgend ein Versehen vorgegangen seyn. Wenn er Quecksilber statt des Wassers in die Phiolen geschüttet hat, so ist der Schlag gar nicht stärker, im Verhältnisse des eigenthümlichen Gewichtes des Quecksilbers, gewesen. Auch bemerkte er zuerst, daß verschiedene Personen, welche auf elektrischen Körpern stehend einander angefaßt hatten, insgesammt erschüttert wurden, obgleich nur einer den elektrisirten Flintenlauf berührte; daß aber alsdann das stärkste Feuer aus ihnen allen herausfuhr, wenn bloß Einer denselben entladen hatte.

Verschiedene dieser Bemerkungen zeigen, was für unvollständige Einsichten man von diesem Versuche eine Zeitlang, nachdem er zuerst angestellt worden war, gehabt habe. Inzwischen bemerkte Watson einen das Laden der Phiole betreffenden Umstand, welcher, wenn derselbe weiter verfolgt wäre, ihn auf diejenige Entdeckung gebracht haben würde, welche nachher vom D. Franklin gemacht ward. Er sagt, daß, wenn die Phiole gehörig elektrisirt ist und man die Hand daran hält, man den Feuerstrahl überall, wo man dieselbe auch berührt, aus der auswendigen Seite des Glases herausfahren sehe, und denselben in der Hand knistern höre.

Er bemerkte auch, daß, wenn bloß ein einzelner Drath um eine mit warmem Wasser gehörig angefüllte und geladene Phiole befestigt ward, man, sobald der Schlag geschah, die elektrischen Strahlen

aus

aus dem Drathe herausfahren und das in der Phiole befindliche Wasser erleuchten sah.

Außerdem beobachtete Watson noch verschiedene andere das Entladen der Phiole betreffende wichtige Umstände. Er fand, daß der Schlag sich wie die Berührungspunkte der unelektrischen Körper an der auswendigen Seite des Glases verhielt. Als nun D. Bevis die Versuche zeigte, welche zum Beweise dieses Satzes dienten, ersann derselbe eine andere Einrichtung, denselben zu beweisen, wodurch sich die Kraft des geladenen Glases weit mehr verstärken ließ, als bey der ersten Entdeckung davon zu erwarten war. Diese Einrichtung bestand darin, daß Bevis die Phiole auswendig bis an den Hals mit dünnem Bley oder Zinnfolie überzog. Wenn eine Flasche auf diese Art zubereitet und mit Wasser fast bis oben an gefüllt ward, so nahm man wahr, daß eine Person, welche einen mit diesem Ueberzuge verbundenen Drathfaden bloß in ihrer Hand hielt, einen eben so starken Schlag fühlte, als es geschehen seyn würde, wenn ihre Hand jeden Theil der überzogenen Phiole wirklich berührt hätte.

Watson entdeckte ferner, daß die elektrische Kraft in dem Umkreise, welchen sie bey diesem Versuche macht, allemal den nächsten und kürzesten Weg zwischen dem elektrisirten Metalle und der Wasserflasche nehme. Er bemerkte, daß jemand, der in einer Gesellschaft einander die Hand gebender Personen zwey Personen in dem Kreise berührt, welche selbst einander berühren, nichts von dem Schlage empfinde, weil sein Körper keinen wesentlichen Theil des Kreises ausmacht; imgleichen, daß, wenn jemand, der einen Drath hält, welcher

mit der auswendigen Seite der Phiole communicirt, indem dieſelbe an dem elektriſirten Flintenlaufe hängt, den Flintenlauf damit berührt, der Schlag zwar erfolgt, jedoch ſo, daß dieſelbe Perſon nicht das Geringſte davon empfindet.

In einem der königlichen Societät am 21. Jan. 1748 vorgeleſenen Aufſatze gedenkt Watſon noch einer andern die Leydenſche Flaſche betreffenden Entdeckung, welche D. Bevis angegeben hatte, und die von ihm ausgeführt worden war. Da er ſich völlig überzeugt hatte, daß der aus der Phiole fahrende Schlag der in dem Glaſe befindlichen Quantität von Materie gar nicht gemäß war, ſondern dadurch, ſo wie auch durch die Anzahl der Berührungspunkte unelektriſcher Körper an der auswendigen Seite des Glaſes, verſtärkt ward; ſo nahm er drey irdene Krüge, worin er Schrot that, verband ihre Dräthe und ihren Ueberzug mit einander, und brachte aus ihnen allen, wie aus einem einzigen Kruge, den Schlag heraus. Hiebey bemerkte er nun, daß der elektriſche Schlag von zweyen oder dreyen dieſer Krüge nicht gedoppelt oder dreyfach ſtärker war, als der aus einem einzigen, ſondern daß der Schlag von dreyen nur lauter war, als der von zweyen; und der von zweyen lauter, als der von einem.

Dieſer Verſuch hatte ihn veranlaßt zu glauben, daß der Schlag von dieſen Krügen der ſtarken Quantität der darin befindlichen unelektriſchen Materie zuzuſchreiben ſey; und da er auf eine zuverläſſige Methode dachte, ob ſich dieſes wirklich alſo verhalte, benachrichtigte ihn D. Bevis: er habe wahrgenommen, daß, als er die Seiten einer Glasſcheibe, ohngefähr einen Zoll breit vom Rande, überzogen habe,

be, der elektrische Schlag eben so stark gewesen sey, wie er jemals von einer ein halbes Nösel Wasser haltenden Phiole seyn konnte. Hierauf überzog Watson grosse irdene Krüge, sowohl in- als auswendig, 1 Zoll breit von dem obersten Theile, mit Silberblättchen, und ward durch den daraus hervorgebrachten Schlag, da doch so wenig unelektrische Materie sich darin befand, auf die Gedanken gebracht, daß die Wirkung der Leydenschen Flasche nicht sowohl durch die Quantität der in dem Glase enthaltenen unelektrischen Materie, als vielmehr durch die Anzahl der Berührungspunkte unelektrischer Körper innerhalb dem Glase, und durch die Dichtigkeit der Materie, woraus die Punkte bestehen, ungemein verstärkt werde, wo nicht gar hauptsächlich davon herrühre. Auch bemerkte er, daß der Schlag von heißem Wasser, welches in Gläsern verschlossen gewesen, stärker war, als von kaltem; und von seinen überzogenen Krügen, wenn sie warm gemacht worden, stärker war, als wenn dieselben kalt waren.

Ferner nahm Watson wahr, daß, wenn der Kreis zur Entladung nicht durch vollkommene Leiter hindurch gieng, der Schlag langsam und nicht auf einmal erfolgte. Dieses Gesetz, sagt er, war unveränderlich; allein er konnte die wahre Ursache davon nicht angeben. Um aber zu beweisen, daß die Elektricität mit ihrer ganzen Kraft durch den Bezirk unelektrischer Körper hindurch gehe, legte er eiserne Stangen in einem Kreise herum, und zwischen jeder Stange einen Löffel mit Spiritus; hier bemerkte er, daß bey erfolgtem Schlage sämmtliche Löffel auf einmal in Flamme standen. Es war dieß, wie er anführt, das erste mal, daß Geister in Brand ge-

riethen, ohne daß weder dieſelben, noch die unelektriſchen Körper, worauf ſie ſtanden, iſolirt waren, oder auf Körpern, welche von Natur elektriſch ſind, ſich befanden. Der Durchgang der Elektricität aber, ſagt er, durch den ganzen Umkreis der unelektriſchen Körper iſt ſo ſchnell, daß ſie in leichten Körpern, welche man den unelektriſchen ſehr nahe ſtellt, weder durch Anziehen, noch irgend auf eine andere Art einige Veränderung hervorbringt.

Watſon hatte ſich gleich anfänglich, als er den Leydenſchen Verſuch anſtellte, über die Urſache deſſelben folgende Vorſtellungen gemacht. Eine Folge von Verſuchen, welche nachher erzählt werden ſollen, hatten ihn auf den Gedanken des Zu- und Ausfluſſes der elektriſchen Materie, bey allen elektriſchen Verſuchen gebracht. Er glaubte nämlich, aus dieſen Verſuchen erwieſen zu haben, daß die nahe an einem elektriſchen Körper befindlichen Materien demſelben eben ſo viel Elektricität zuführen, als in dem an ſich elektriſchen Körper befindlich, oder in dem elektriſirten angehäuft worden ſey. Nimmt man alſo hiernach an, daß die Waſſerphiole, welche ein Menſch in der Hand hält, bis zum höchſten Grade elektriſirt worden, und daß er mit einem Finger der andern Hand den Flintenlauf berührt, ſo verliert der Menſch in dem Augenblicke, da der Funke herausfährt, ſo viel Elektricität aus ſeinem Körper, als in dem Waſſer der gläſernen Phiole und dem Flintenlaufe angehäuft geweſen war, und er empfindet in ſeinen beyden Armen die Wirkung des elektriſchen Stromes, der mitten durch den einen Arm in den Flintenlauf, und durch den andern in die Waſſerphiole fährt. Eben dieſelbe Menge des elektriſchen Feuers, die der Menſch alsdann verliert, wird un-

mit-

mittelbar aus dem Fußboden wieder ersetzt, und zwar mit eben der Heftigkeit, mit welcher sie sich verloren hat. Beyde elektrische Ströme, nämlich sowohl der, welcher aus dem Fußboden in den Menschen, als der, welcher aus dem Menschen in die Wasserphiole fährt, werden auf eine leicht begreifliche Art aufgehalten; entweder, wenn das Glas der Wasserphiole sehr dick ist, oder, wenn die Phiole nur in sehr wenigen Punkten von dem unelektrischen Körper berührt wird; imgleichen, wenn der Mensch auf einem an sich elektrischen Körper steht; oder auch, welches auf eins hinaus kommt, wenn die Sohlen an seinen Schuhen sehr trocken sind. Auch erhellt aus Watson's Anmerkungen über einige nachher zu erwähnende Versuche des Herrn Monnier, daß er sich damals einbildete, daß, ungeachtet eine beträchtliche Quantität elektrischer Materie durch das Glas hindurch gehe, dennoch der Verlust der elektrischen Materie auf diese Art demjenigen, was durch den Drath hinzugeführt wird, nicht gleichkomme, weil, wegen Dünne des Glases, die Elektricität nicht gänzlich, sondern nur zum Theil zurückgehalten werden kann.

Als aber nachher Watson auf Veranlassung einiger in der Folge zu erwähnenden Versuche seine bisherige Meynung wegen dieses Zu- und Ausflusses der elektrischen Materie änderte, wiederrief er zugleich diesen Grundsatz, und setzte, zur Widerlegung desselben, ferner hinzu, daß die Phiole einen eben so starken Schlag von sich gebe, wenn der Drathreifen umgebogen wird, so daß derselbe dicht an den Ueberzug der Phiole zu liegen kommt, ohne daß irgend ein anderer unelektrischer Körper, woraus eine solche Quantität wieder ersetzt werden könnte, sich in der Nähe

befinde. Auch hatte er beobachtet, daß, wenn jemand auf Glas ſtand und die Phiole berührte, er eben ſolchen Schlag empfand, als wenn er auf dem Fußboden geſtanden hätte.

Auch Wilſon beſchäftigte ſich mit dem Leydenſchen Verſuche, und wir haben ihm verſchiedenes zu danken, was angeführt zu werden verdient. Er verſichert, gleich zu Anfange des Jahrs 1746 eine Methode, den Schlag irgend einem beſondern Theile des Körpers beyzubringen, ohne daß das übrige getroffen werde, entdeckt zu haben. Er verſtärkte die Gewalt des Schlages dadurch, daß er die Phiole in Waſſer untertauchte, und ihr auf ſolche Art auswendig einen Ueberzug von Waſſer, eben ſo hoch als ſie inwendig angefüllt war, gab e).

In einem aus Dublin am 6. Oct. 1746 an Smeaton erlaſſenen Schreiben erzählt Wilſon einige Verſuche, welche von ihm angeſtellt worden ſind, um das Geſetz der Anhäufung der elektriſchen Materie in der Leydenſchen Flaſche zu entdecken; wobey er gefunden hat, daß daſſelbe mit der Dünne des Glaſes, mit der Oberfläche deſſelben, und mit der Oberfläche der entweder die in- oder auswendige Seite deſſelben berührenden unelektriſchen Körper allemal in einem genauen Verhältniſſe ſtehe. Die Verſuche wurden mit Waſſer angeſtellt, welches ein wenig warm gemacht worden, und in die Flaſche gegoſſen ward, unterdeſſen daß die auswendige Seite in ein mit Waſſer, welches aber etwas kälter war, angefülltes Gefäß verſenkt ward, jedoch ſo, daß 3 Zoll, oder ohngefähr ſo viel, unbedeckt blieben, welche trocken erhalten, und gegen Staub geſchützt wurden. Dieſen Verſuch meldete er

e) Eſſay. p. 88.

er Herrn Folkes, der der königl. Societät am 23. Octob. 1746. vorgelesen ward, wie aus ihrem Protocolle von diesem Tage zu ersehen ist.

Noch einen andern artigen Versuch stellte Wilson an, um eine Lehrmeynung zu beweisen, worauf er vorlängst gefallen war, den Einfluß eines subtilen Mittelkörpers betreffend, der alle Körper umgiebt, und dem Eintritte oder Ausflusse der elektrischen Materie widersteht. Um hierin zur Gewißheit zu gelangen, stellte er den Leydenschen Versuch mit einer Kette an, und betrachtete jedes Glied derselben in so fern es wenigstens zwey Oberflächen hat, so daß das Verlängern oder Verkürzern der Kette bey jedem Versuche einen verschiedenen Widerstand verursachte. Der Erfolg war, wie er versichert, seiner Erwartung gemäß. Wenn er den elektrischen Schlag blos mit einem Drathe heraus lockte, so fand er den Widerstand nicht so stark, als wenn er sich einer Kette bediente. Um aber die Sache außer allem Zweifel zu setzen, hieng er ein Gewicht an die Kette, um sie solchergestalt auszustrecken, damit die Glieder dichter an einander schließen möchten. Er bemerkte denselben Erfolg, als wenn er sich bloß eines Draths bediente.

Als er zwey Kreise gezogen hatte, wovon der eine aus den Armen eines Menschen, und der andere aus den Gliedern einer Kette bestand, so nahm er wahr, daß das Feuer sich nach den Armen des Menschen, wenn hingegen die Kette aus einander gestreckt war, nach der Kette hinzog. Es kann sich, sagt er, niemand, der den Versuch nicht selbst gemacht hat, vorstellen, mit welcher Kraft die Kette angezogen werden müsse, ehe der Versuch gelingen will, und wie die elektrische Flüssigkeit hindurch gehe, ohne an einem

nem einzigen Gliede einen Funken hervorzubringen; d. i. ehe die Glieder völlig ſo nahe an einander gebracht werden können, daß ſie einander genau berühren, weil ihre eigene Schwere durchaus nicht dazu hinreichend iſt.

Wilſon bemerkte, daß, wenn ein Theil der Leydenſchen Flaſche ſehr dünn geſchliffen und mit Siegellack überzogen ward, bis ſie geladen war, und alsdann der Siegellack abgenommen und ein mit der Erde verbundener Leiter an den dünnen Theil gehalten ward, die Ladung beynahe in halb ſo vieler Zeit, als ſonſt geſchehen wäre, ſich zerſtreuete. Auch nahm er wahr, daß Körper außerhalb des elektriſchen Kreiſes von dem Schlage erſchüttert wurden, wenn ſie bloß irgend einen Theil deſſelben berührten, oder demſelben ſehr nahe lagen. Um dieſes aufs deutlichſte zu zeigen, ſtellte er eine geladene Phiole auf einen gläſernen Ständer, und legte verſchiedene Stücke Kupfer auf den Ständer, das eine ganz dicht an die Kette, welche den Kreis bildete, und die andern ein Zwanzigtheil eines Zolls von derſelben, oder von einander, entfernt; da denn bey erfolgter Entladung ein Funke zwiſchen jedem derſelben ganz deutlich zu ſehen war. Einige Aehnlichkeit hiemit hatte einiger Maaßen folgende von ihm gemachte Beobachtung: wenn nämlich der Kreis nicht aus Metallen oder andern guten Leitern beſtand, ſo empfieng diejenige Perſon, welche denſelben berührte, in dem Arme, welcher den Kreis berührte, einen ziemlich ſtarken Schlag.

Ferner bemerkte er, daß, wenn die Phiole in- und auswendig mit Metallen überzogen war, der erſte Schlag die größte Proportion mit den folgenden hatte, indem die ganze Ladung faſt auf einmal zerſtreuet

streuet war; da hingegen beym Gebrauche des Wassers die folgenden Schläge häufiger und stärker waren; und, wenn die Phiole mit nichts weiter als einem hineingesteckten Drathe geladen war, der erste Schlag, und die folgenden Schläge noch mehr, einander fast gleich waren.

Als es sich einst ereignete, daß Wilson bey Gelegenheit des convulsiviſchen Schlages, welchen die Leydenschen Flasche seinen Armen gegeben hatte, einen dünnen Drath zerbrach, befestigte er an seine mit Leder wohl verwahrten Hände einen stärkern Drath von der Dicke einer mittelmäßigen Stricknadel, und nahm eine solche Stellung, daß derselbe nothwendig ausgedehnt werden mußte, wenn sein Arm etwa abermals convulsiviſch erschüttert werden sollte. Als er darnach den Schlag aus der Phiole heraus lockte, zerbrach dieser Drath ebenfalls, wie der vorige.

Georg Graham [f]) zeigte, wie verschiedene Kreise zur Entladung der Leydenschen Flasche zugleich gezogen werden könnten, und wie man es anzustellen habe, daß das Feuer durch dieselben insgesammt hindurch müßte. Er ließ einer Anzahl Personen eine metallene Platte halten, welche mit der auswendigen Seite der Phiole verbunden war, und alle zusammen gleichfalls ein kupfernes Stängchen, womit der Schlag herausgelockt war, anfassen, da sie denn insgesammt zugleich und in gleichem Grade erschüttert wurden.

Endlich fand Canton [g]), daß, wenn eine geladene Phiole auf elektriſche Körper gestellt ward, der Drath und der Ueberzug einen oder zwey Funken wechsels

f) *Wilson's* essay. p. 128.

g) Ibid. p. 64.

ſelsweiſe von ſich gaben, und bey fortgeſetzter Operation die Phiole den Schlag hervorbrachte. Dieſe Entdeckung hat mit der wichtigen Entdeckung des D. Franklin eine nahe Verwandtſchaft; allein Canton bemerkte damals nicht, daß dieſe abwechſelnde Funken von beyden entgegengeſetzten Elektricitäten herkamen. Ja Gralath und Richmann beobachteten bey verſchiedenen Fällen einen ſtärkern Funken zwiſchen beyden Körpern, wenn ſie beyde elektriſirt worden waren, als wenn bloß einer elektriſch gemacht war; keiner von ihnen aber fiel auf die Vermuthung, daß die Elektricitäten von verſchiedener Art wären [h]).

Gerade zu der Zeit, da Muſſchenbroek's Bericht von dem Verſuche mit der Flaſche bey dem Herrn von Reaumur in Frankreich eintraf, waren eben daſelbſt verſchiedene Gelehrte mit der Elektricität beſchäftigt. Die Herren Nollet und le Monnier wurden durch dieſen Bericht ſo ſehr aufgemuntert, dieſen Verſuch, ungeachtet Muſſchenbroek ihnen durch ſein Schreiben Furcht eingeflößt haben mußte, zu wiederholen. Ihrer Verſicherung nach fanden ſie ebenfalls die Erſchütterung überaus heftig. Die Nachricht hievon verbreitete ſich augenblicklich an den Hof und durch die ganze Stadt, und eine groſſe Menge Menſchen war neugierig, die Wirkung dieſer neuen Erſcheinung zu ſehen und zu erfahren.

Der Abt Nollet war der erſte, welcher in Frankreich Verſuche mit der Phiole machte. Alle Beobachtungen, welche er hiebey wahrgenommen hatte, finden ſich in ſeinen Leçons de phyſique. p. 481. Die Umſtän-

h) Wilke, in ſeiner Vorrede zur deutſchen Ueberſetz. der Briefe des Hrn. Franklin.

Umstände, welche die englischen Naturforscher außer Acht gelassen hatten, sind folgende:

Der Abt Nollet bekam einen Schlag von einer Flasche, aus welcher er die Luft herausgezogen und worin er das Ende seines Leiters gesteckt hatte. Diese Entdeckung war bloß zufällig: denn er erhielt den Schlag, als er die eine Hand in der Absicht an das gläserne Gefäß hielt, um das schöne Strahlenschießen des elektrischen Lichts nach demselben hinzu im luftleeren Raume zu beobachten, und als er seine andere Hand an den Leiter brachte, um etwas an demselben zurecht zu machen. Der Schlag, welchen er bekam, war, wie er versichert, stärker, als er ihn jemals von dem Leydenschen Versuche bey irgend einer andern Einrichtung empfand.

Er bemerkt, daß er das Wasser weiter von keinem Nutzen, als die elektrische Materie nach der inwendigen Seite des Glases zu bringen, betrachte, und daß er die Kraft des Glases, einen Schlag hervorzubringen, derjenigen Eigenschaft desselben zuschreibe, vermöge welcher es dieselbe stärker, als Leiter thun, zurück behält, und derselben nicht so leicht, wie diese, beraubt wird.

Le Monnier soll nach Buffon's Versicherung am ersten entdeckt haben, daß die Leydensche Flasche ihre Elektricität noch lange nachher, nachdem man sie geladen hat, behalte. Er soll dieses zur Zeit des Frostes auf 36 Stunden lang so befunden haben. Er elektrisirte seine Phiole gemeiniglich zu Hause, und trug sie in seiner Hand viele Straßen hindurch von dem Harcourt-Collegio nach seinen Zimmern in dem Königsgarten, ohne eine merkliche Verminderung ihrer Wirksamkeit.

Nollet machte in Gegenwart des Königs einen Verbindungskreis von 180 Personen, und in dem Carthäuserkloster zu Paris machte die ganze Communität eine Reihe von 900 Toisen aus, vermittelst eiserner Dräthe zwischen jeden 2 Personen; den elektrischen Schlag, welcher aus der Phiole herausgelockt wurde, fühlten alle in ein und demselben Augenblicke auf gleiche Weise.

Auch versuchte Nollet die Wirkung des elektrischen Schlages bey zwey Vögeln, und zwar bey einem Sperlinge und einem Finken, zuerst; bey dem ersten Schlage wurden beyde augenblicklich so heftig gerührt, daß sie ohne Bewegung blieben, und kaum einige Zeichen des Lebens mehr von sich gaben, wiewohl nur eine Zeitlang, denn nach wenigen Minuten erholten sie sich wieder. Von dem zweyten Schlage ward der Sperling wirklich getödtet. Auch Fische wurden durch den elektrischen Schlag von Nollet und andern getödtet.

Auch gedenkt Nollet des Zerberstens der gläsernen Gefäße von dem elektrischen Schlage. Es bekamen dieselben, wie er versichert, runde Löcher, 3 bis 4 Linien breit.

Die englischen und französischen Schriftsteller scheinen beobachtet zu haben, daß die Phiole, wenn sie auf Glas stand, nicht geladen werden konnte, außer wenn Jemandes Hand, oder sonst eine unelektrische Substanz nahe daran gebracht ward. Hiebey meinten sie, daß das Feuer aus der Hand heraus strömte, und durch die Substanz der Phiole hindurch in das Wasser gienge. Auch bemerkten sie, daß ein leichter Körper von einer geladenen Phiole, die

auf

auf dem Tische stand, angezogen ward, wenn jemand den Drath berührte; ward hingegen die Phiole selbst berührt, so ward der leichte Körper mit einer Kraft zurückgestoßen, welche dem Anziehen desselben in dem vorhergehenden Falle gleich war. Ferner fanden sie, daß die geladene Phiole, wenn sie auf Glas stand, sich ohne alle Gefahr berühren ließ. Alle diese Versuche scheinen aber nicht mit gehöriger Vorsicht angestellt worden zu seyn; denn durch Aufmerksamkeit auf eben diese Umstände ward nachher Franklin auf die wichtige Entdeckung der verschiedenen Beschaffenheit der Elektricität von verschiedenen Seiten des Glases geleitet.

Die Erfindung der Leydenschen Flasche gab Veranlassung zu großen und weit ausgedehnten elektrischen Versuchen, wobey sich die französischen Naturforscher zuerst auszeichneten. Es ist bereits angeführt, daß man einen Umkreis von 900 Toisen machte, welcher aus Menschen bestand, wovon allemal zwey und zwey einen Drath hielten, durch welchen der elektrische Schlag sehr merklich zu fühlen war. Ein anderes mal leitete man den Schlag durch einen 2000 Toisen langen eisernen Drath, der beynahe eine französische Meile ausmacht, wovon ein Theil mitten durch eine Wiese gieng, auf welcher das Gras noch naß vom Thaue war; ein anderer ward über eine Hagebüchenhecke geführt und um verschiedene Bäume geschlungen, und ein großer Theil lag auf einem frisch gepflügten Acker; aller dieser Hindernisse ungeachtet aber ist die Elektricität doch durchgedrungen, und hat, wie sonst, die heftige Erschütterung verursacht. Le Monnier hatte um das Bassin des königlichen Gartens der Thuillerien, welches 100 Quadratruthen hält,

und deſſen Tiefe 2½ Fuß iſt, von auſſer einen eiſernen Drath auf ſolche Art gezogen, daß die beyden Enden des Draths die beyden Enden des Baſſins berührten, ohne daß der Drath an das Waſſer kam; eine Perſon hielt mit der linken Hand das eine Ende des Draths, und tauchte einen Finger der rechten Hand in das Waſſer; le Monnier aber hatte das andere Ende des Draths in der rechten Hand, und in der linken die elektriſirte Bouteille. Sobald er nun mit dem eiſernen Drathe der Bouteille an den Knopf eines in das Baſſin geſteckten Degens kam, fühlte die andere Perſon, welche ihren Finger in das Waſſer getaucht hatte, einen empfindlichen Schlag. le Monnier war der Meynung, daß das ganze Baſſin bey dieſem Verſuche elektriſirt worden ſey. Gralath ſtellte verſchiedene Verſuche an, welche beweiſen, daß Körper, durch welche der erſchütternde Stoß geht, eigentlich dadurch gar nicht elektriſch werden.

Auch ſuchte le Monnier der jüngere die Geſchwindigkeit der elektriſchen Materie zu beſtimmen, und ließ in dieſer Abſicht den elektriſchen Schlag durch einen 950 Toiſen langen eiſernen Drath fahren; konnte aber nicht bemerken, daß derſelbe zum Hindurchgehen eine Viertelſekunde gebrauchte. Ferner fand er, wenn ein Drath von 1319 Fuß, welchen er in der Mitte zuſammengebogen hatte, ſo daß die beyden Enden nahe bey einander kamen, auf ſeidene Schnüre gelegt und elektriſirt ward, und er hernach an eines von beyden Enden den Finger hielt, daß ein Funke herausfuhr, und die Elektricität ſich am andern Ende in demſelben Augenblicke verlor. Man kann daher, ſeiner Meynung nach, nicht ſagen, daß

der

der Funke die elektrische Materie mit einer solchen Geschwindigkeit durch alle Theile des Körpers forttreibe, weil hier im Gegentheil die in dem Drathe überall vertheilte Elektricität sich gegen den Ort, wo der Funke entsteht, zurückzieht, oder ihn wohl selbst hervorbringt.

Besonders merkwürdig sind aber diejenigen Versuche, welche von den Engländern angestellt wurden, und die einer vorzüglichen Erwähnung verdienen. Die Hauptperson dabey war D. Watson. Er ordnete alle Operationen an, dirigirte sie, und war bey jedem Versuche allemal selbst gegenwärtig. Seine vornehmsten Gehülfen waren: Martin Folkes, Carl Cavendish, D. Bevis, Graham, D. Birch, Peter Daval, Trembley, Ellicott, Robins und Short. Verschiedene andere Personen leisteten hiebey gelegentlich auch einige Dienste.

Watson, welcher die Geschichte von ihrem Verfahren aufzeichnete, um sie der königlichen Societät vorzulegen, bemerkt zuvörderst, daß die elektrische Kraft in dem Umkreise, den sie bey diesem Versuche macht, nicht allemal im eigentlichen Verstande den nächsten und kürzesten Weg zwischen dem elektrisirten Metalle und der Wasserflasche nehme, wofern nicht die Körper, durch welche sie geht, recht gleich leiten; sondern, wenn sie ungleich leiten, die elektrische Kraft allemal durch die besten Leiter hindurch, wenn sie auch noch so lang sind, einen Umkreis macht.

Der erste Versuch, welchen diese Herren machten, war, daß sie den elektrischen Schlag den Themsefluß quer über leiteten, indem sie das Wasser des Flusses zu dem einen Theile der Communicationskette

machten. Dieſes vollzogen ſie am 14. und 18. Jul. 1747, indem ſie einen Drath, der Länge der Weſtmünſterbrücke nach, in einer ziemlichen Höhe über dem Waſſer befeſtigten. Das eine Ende dieſes Drathes hatte mit dem Ueberzuge einer geladenen Phiole Communication; das andere ward von einem Beobachter gehalten, welcher in ſeiner andern Hand einen eiſernen Stab hielt, den er in den Fluß eintauchte. An der entgegengeſetzten Seite des Fluſſes ſtand eine Perſon, welche gleichfalls mit der einen Hand einen eiſernen Stab in den Fluß tauchte, und in der andern einen Drath hielt, mit deſſen Ende ſie den Drath der Phiole berühren konnte.

Bey Hervorlockung des Funkens ward der Schlag von den Beobachtern an beyden Seiten des Fluſſes empfunden; am ſtärkſten aber von denjenigen, welche auf derſelben Seite, wo die Maſchine ſtand, ſich befanden; indem ein Theil des elektriſchen Feuers von dem Drathe auf die naſſen Steinen der Brücke hernieder gefahren war, und deßwegen verſchiedene kürzere Wege nach der Phiole machte, aber doch noch durch diejenigen, welche mit der Maſchine auf einer Seite ſtanden, hindurch fuhr. Dieſes erhellte gewiſſer Maaßen an einigen Perſonen, welche einen empfindlichen Schlag in ihren Armen und Füßen fühlten, und zu der Zeit, da die eine Erregung des Funkens geſchah, bloß von ohngefähr den Drath berührten, als ſie auf naſſen Stufen, welche nach dem Fluſſe hinabführten, ſtanden. Bey der einen Erregung der Funken, welche bey dieſer Gelegenheit geſchah, wurde Spiritus durch das Feuer, welches durch den Fluß hindurch gefahren war, in Brand geſetzt.

Bey dieser und den folgenden Gelegenheiten bedienten sich die Herren anstatt der Ketten lieber der Dräthe, und zwar unter andern Ursachen vornämlich deßwegen, weil die durch Ketten fortgeleitete Elektricität nicht so stark war, wie die durch Drath geleitete. Dieses ward, wie sie wohl bemerkten, durch die Aneinanderfügungen der Glieder, als welche nicht dicht genug an einander schlossen, veranlaßt, wie aus dem Knistern und dem Feuerstrahle bey jedem Gelenke, wo sich die wenigste Absonderung befand, erhellte. Da dieses kleinere Knistern durch die ganze Länge einer Kette sehr zahlreich war, so mußte nothwendig die Hauptentladung an dem Flintenlaufe sehr beträchtlich verringert und geschwächt werden.

Der nächstfolgende Versuch hatte zur Absicht, den elektrischen Schlag zu zwingen, auf dem neuen Flusse bey Stoke Newington einen Umkreis von 2 Meilen zu machen. Dieses vollzogen sie am 24. Jul. 1747 an zwey Orten; der eine lag zu Lande 800, und zu Wasser 2000, der andere zu Lande 2800, und zu Wasser 8000 Fuß weit. Die Einrichtung des elektrischen Geräths war derjenigen, der sie sich vorher auf der Westminsterbrücke bedient hatten, gleich, und der Erfolg ihren möglichsten Erwartungen gemäß. Als aber die Beobachter an beyden Enden der Kette, welche in das Wasser hineingieng, den Schlag in beyden Fällen fühlten, sowohl wenn sie mit ihren in die Erde gesteckten eisernen Stäben 20 Fuß weit von dem Wasser standen, als auch, wenn sie dieselben in den Fluß eintauchten; so veranlaßte dieß einen Zweifel, ob der elektrische Umkreis durch die Krümmungen des Flusses gienge, oder aber den kürzern Weg über das Erdreich der Wiese nähme; denn wie

der Verſuch klar zeigte, ſo ward die Elektricität durch den Boden der Wieſe und das darauf ſtehende Gras ſehr gut abgeleitet.

Durch die folgenden Verſuche wurden ſie völlig überzeugt, daß die Elektricität in dieſem Falle nicht durch das Waſſer des Fluſſes, welcher 2 Meilen lang war, ſondern zu Lande, woſelbſt die Diſtanz nur eine Meile betrug, ihren Weg genommen hatte, auf welchem Wege jedoch die elektriſche Materie zweymal über den Fluß und durch verſchiedene Sandgruben und ein anſehnliches Stoppelfeld hatte gehen müſſen.

Am 28. Jul. ſtellten ſie den Verſuch abermals an demſelben Orte, jedoch mit folgender Veränderung der Umſtände an. Der eiſerne Drath ruhete ſeiner ganzen Länge nach auf trockenen Stäben, und die Beobachter ſtanden auf Körpern, welche von Natur elektriſch waren. Der Erfolg davon war, daß ſie den Schlag weit ſtärker empfanden, als wenn der ableitende Drath auf dem Erdreiche gelegen, und die Beobachter ebenfalls auf der bloßen Erde geſtanden hätten, wie bey dem vorhergegangenen Verſuche.

Nachher entſchloſſen ſich die Beobachter, ohne daß weiter die geringſte Veränderung bey dem Verſuche vorgenommen ward, anſtatt ihre eiſernen Stangen in das Waſſer zu tauchen, ſie in das Erdreich, jeder 150 Fuß von dem Waſſer entfernt, zu ſtecken. Sie bekamen beyde einen ſehr heftigen erſchütternden Stoß, ungeachtet ſie ohngefähr 500 Schuh von einander entfernt ſtanden.

Dieſelben Herren unternahmen noch einen andern Verſuch, in der Abſicht, zu beſtimmen, ob

ſich

sich die elektrische Kraft durch trockenes Erdreich hindurch leiten ließe, und dieselbe zugleich durch Wasser hindurch noch weiter, als vorher geschehen war, zu führen. Zu dieser Absicht wählten sie den Flecken Highbury, jenseit Islington, woselbst sie am 5. Aug. 1747 den Versuch vollzogen. Sie suchten eine Stelle für ihre Maschine aus, welche von zwey andern Stellen für Beobachter an dem neuen Flusse beinahe gleich weit entfernt war, die etwas über eine Meile zu Lande, und zwey Meilen zu Wasser von einander waren. Sie fanden, daß die Straßen zu London, wenn sie trocken waren, sehr stark, ungefähr auf 400 Yards, und die trockene Landstraße zu Newington ungefähr eben so weit leiteten. Der Erfolg dieses Versuchs stimmte mit ihren Erwartungen überein. Das elektrische Feuer nahm den Umkreis um das Wasser herum, wenn die Dräthe sowohl als auch die Beobachter auf Körpern, welche von Natur elektrisch waren, ruheten, und die eisernen Stangen in den Fluß eingetaucht wurden. Auch fühlten beyde den Schlag, wenn der eine Beobachter in einer trockenen Sandgrube, der Maschine ungefähr 300 Yards näher als bey der vorigen Station, und 100 Ruthen von dem Flusse entfernt stand; wodurch die Herren überzeugt wurden, daß der trockene sandige Boden eben so stark wie Wasser die Elektricität abgeleitet hatte.

Durch die erschütternden Schläge, welche die Beobachter an ihrem Körper bekamen, wenn die elektrische Kraft auf trockenen hölzernen Stäben fortgeleitet ward, wurden sie auf die Meynung gebracht, daß nach der Verschiedenheit der Entfernung, an und für sich betrachtet, die Stärke des Schlages, so

viel als sie noch durch die Erfahrung gefunden hatten, sehr wenig oder gar nicht vermindert worden wäre. Wenn die Beobachter auf elektrischen Körpern standen, und das Wasser oder das Erdreich mit den eisernen Stäben berührten, so fühlten sie den Schlag allemal in ihren Armen oder Handgelenken; standen sie mit ihren eisernen Stäben auf dem Erdreiche, so empfanden sie die Erschütterung in ihren Ellenbogen, Gelenken an der Hand, und Knöcheln am Fuße; und standen sie auf dem Erdreiche ohne Stäbe, so fühlten sie beständig den Schlag in dem Ellenbogen und den Gelenken an derjenigen Hand, worin sie den ableitenden Drath hielten, und in beyden Knöcheln am Fuße.

Der letzte Versuch dieser Art, welchen sie anstellten, sollte zur Untersuchung dienen, ob der elektrische Schlag in einer zweymal größern Entfernung, als derselbe vorher geleitet worden war, auf einem völlig trockenen Boden zu empfinden sey; und ob es möglich sey, den Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten der Elektricität und des Schalles ausfindig zu machen. Der Drath, welcher mit der eisernen Stange verbunden war, war 6732 Fuß lang, und ruhete auf hölzernen Stäben, welche im Ofen gedörrt waren; eben so wie der Drath, welcher mit dem Ueberzuge der Phiole in Verbindung stand, und 3868 Fuß lang war. Die Beobachter waren 2 Meilen von einander entfernt. Der Erfolg des Schlages zeigte, daß die elektrische Materie einen Umkreis von 4 Meilen gemacht hatte, nämlich 2 Meilen Drath, und 2 Meilen trockenen Boden, als den Raum zwischen den äußersten Enden der Dräthe. In demselben Augenblicke, da die Erregung des Funkens geschah, ward zugleich

zugleich eine Flinte loß geschossen, und die Beobachter hatten Taschenuhren in ihre Hände genommen, um den Zeitpunkt, in welchem sie den Schlag bemerkten, zu bestimmen; so viel sie aber unterscheiden konnten, hatte die Elektricität diesen großen Umkreis in einem einzigen Augenblicke zurückgelegt.

Bey allen Erregungen des Funkens, wo der Umkreis von beträchtlicher Länge war, bemerkte man, daß, ungeachtet die Phiole sehr gut geladen war, doch das durch die Erregung des Funkens verursachte Schnappen an dem Flintenlaufe bey weitem nicht so laut war, als wenn der Umkreis in einem Zimmer geschah.

Uebrigens wünschten sie noch, in Ansehung der eigentlichen Geschwindigkeit der Elektricität in einer gewissen Entfernung etwas Zuverlässiges bestimmen zu können, indem sie gern wissen mochten, ob die Zeit hiezu auszumessen sey. In dieser Absicht hatte Watson folgende Methode ersonnen: Es wurde ein elektrischer Umkreis von 2 Meilen vermittelst verschiedener Wendungen des Draths auf demselben Felde veranstaltet. Die Mitte dieses Umkreises brachte man auf denselben Platz, wo die Maschine stand, woselbst ein Beobachter in jede Hand ein Ende der Dräthe nahm, deren jeder 1 Meile lang war. Bey dieser Einrichtung des Geräths, wobey die zwischen der Erregung des Funkens und dem Schlage verfließende Zeit aufs genaueste beobachtet werden konnte, ward der Funken zu verschiedenen malen aus der Phiole hervorgelockt; der Beobachter selbst aber empfand allemal in ein und demselben Augenblicke, da er den Funken erregte, auch den erschütternden Stoß. Hierdurch wurden sie völlig überzeugt, daß durch die ganze Län-

ge dieſes Draths hindurch, welcher doch 12276 Fuß lang war, die Geſchwindigkeit der elektriſchen Materie augenblicklich war.

Watſon i) entdeckte, daß die gläſernen Röhren und Kugeln die elektriſche Kraft nicht in ſich ſelbſt enthalten, ſondern bloß, wie er ſich ausdruckt, zu den erſten bewegenden und beſtimmenden Urſachen dieſer Kraft dienen. Auf dieſe Entdeckung ward er zuerſt durch die Bemerkung gebracht, daß beym Reiben der Glasröhre, da er unterdeſſen auf einem aus Wachs zubereiteten Kuchen ſtand, die Kraft ganz ſeiner Erwartung entgegen dermaßen geſchwächt ward, daß, wenn ein Anderer irgend einen Theil ſeines Leibes berührte, kein Schnappen zu bemerken war; daß hingegen alsdann, wenn eine unelektriſirte Perſon ihre Hand nahe an die Röhre hielt, nachdem dieſelbe vorher gerieben worden, das Schnappen ſehr deutlich zu vernehmen war.

Derſelbe Erfolg zeigte ſich, wenn die Kugel unter eben dergleichen Umſtänden herum gedreht ward. Denn wenn derjenige, welcher das Rad in Bewegung ſetzte, ſammt der Maſchine in Seide aufgehängt war, und den Fußboden mit dem einen Beine berührte, ſo fuhr das elektriſche Feuer aus dem Leiter heraus; verhütete derſelbe hingegen alle Verbindung mit dem Fußboden, ſo kam kein Feuer zum Vorſchein.

Durch dieſe und die folgenden Verſuche entdeckte Watſon den von ihm alſo genannten Kreislauf der elektriſchen Materie. Er fand, daß bloß ein oder zwey Funken aus ſeiner Hand nach der iſolirten Maſchine fuhren, außer wenn er zugleich eine Ver-

i) Philoſ. Tranſ. abrig. Vol. X. p. 303.

Verbindung zwischen dem Leiter und dem Fußboden veranstaltete, in welchem Falle ein beständiger und häufiger Abfluß der elektrischen Materie nach der Maschine zu statt fand.

Als seine Hand den Leiter berührte, nahm er wahr, daß derjenige, welcher die isolirte Maschine umdrehete, Funken von sich gab, welche leicht feuerfangende Materien entzündeten, und andere elektrische Erscheinungen, welche gemeiniglich mit dem Leiter vorgenommen werden, hervorbrachten. Er machte sich also die Vorstellung, daß das Feuer aus der Person käme, aus demselben Grunde, warum alle Elektrisirer vorher geglaubt hatten, daß dasselbe aus dem Leiter käme. Und als er sah, daß die Person kein Feuer von sich gab, außer wenn eine Verbindung zwischen dem Fußboden und dem Leiter statt fand, so schloß er, daß das Feuer durch die Verbindung wieder ersetzt würde, und daß der Lauf der Elektricität, wie er sich ausdrückt, umgekehrt war.

Damals vermuthete man nicht, daß das Auge unterscheiden könnte, was für eine Richtung der elektrische Funke nähme. Die Elektrisirer waren der Meynung, daß alle elektrische Kräfte, und folglich auch die elektrische Flüssigkeit, in dem durch Reiben elektrisch gemachten Körper vorhanden wären, und daß, was für Kräfte auch durch elektrisirte Körper hervorgebracht würden, solche von einer wirklichen Mittheilung der elektrischen Materie an dieselben herrührten. Da aber Watson fand, daß bey aufgehobener Verbindung des elektrischen Körpers mit dem Fußboden alle elektrische Operationen unterbrochen wurden, so schloß er daraus, daß die elektrische Flüssigkeit sich aus dem Fußboden in die Person, welche

das

das Reiben verrichtet, hineinzöge, und von da nach der Kugel gebracht würde. Aus demſelben Grunde, als er ſah, daß die Perſon, welche das Reiben verrichtete, oder diejenige, welche mit ihr Verbindung hatte, keine Funken von ſich gab, außer wenn der Leiter mit dem Fußboden in Verbindung ſtand, zog er daraus die Folge, daß die Kugel aus dem Leiter einen neuen Vorrath in ſich zöge.

Als Watſon dieſe Verſuche mit einander verglich, ward er dadurch auf die Folge geleitet, daß bey allen elektriſchen Operationen ſowohl ein Zufluß der elektriſchen Materie nach der Kugel und dem Leiter, als auch ein Abfluß derſelben elektriſchen Materie von ihnen ſtatt fände.

Als er wahrnahm, daß ein Stück Silberblättchen, zwiſchen einer durch den Leiter elektriſch gemachten Platte und einer andern mit dem Fußboden in Verbindung ſtehenden, ſchwebend blieb, ſo machte er daraus folgenden Schluß: Kein Körper kann anders im Gleichgewicht erhalten werden, als vermittelſt der vereinigten Wirkung zweyer einander entgegengeſetzten Richtungen von Kraft. Hier treibt alſo das Blaſen des elektriſchen Aethers aus der elektriſch gemachten Platte das Silber nach der unelektriſchen Platte; und dieſe hinwiederum treibt, vermöge des Blaſens des aus dem Fußboden hindurch ſtreichenden elektriſchen Aethers, das Silber nach der elektriſirten Platte. Man findet daher auch, daß der Zug des elektriſchen Aethers aus dem Fußboden mit der durch die Kugel über Flintenlauf hinweg geſtoßenen allemal in einem genauen Verhältniſſe ſteht, oder aber es kann das Gleichgewicht, wodurch das Silber frey ſchwebend erhalten wird, gar nicht ſtatt finden.

Wat-

Watson bemerkt, daß der Abt Nollet zwey Jahre vorher, ehe er dieß bekannt machte, es als seine Meynung geäußert habe, daß die elektrische Materie nicht nur von den elektrisirten Körpern, sondern auch von allen übrigen in einer gewissen Entfernung um dieselben herum befindlichen herkäme.

Einige Zeit nachher bemerkt Watson in einem der königlichen Societät am 21. Jan. 1748 vorgelesenen Aufsatze, daß D. Bevis seinen Versuch, daß das Reiben der gläsernen Röhre oder Kugel die elektrische Materie nicht hervorbringe, sondern bloß zuführe, zu beweisen weiter als er gebracht habe. Denn er hatte über ein Jahr vorher beobachtet, daß, wenn man sowohl eine Person zum Reiben der Röhre oder Kugel, als auch eine andere zum Berühren derselben, und den Leiter auf elektrische Körper stellt, sie beyderseits, die reibende sowohl als die das elektrisch gemachte Glas anrührende Person einen Funken von sich geben; imgleichen, daß wenn beyde einander berühren, das Schnappen stärker ist, als wenn eine von ihnen eine auf dem Fußboden stehende Person anrührt. Dieses scheint Hrn. Watson veranlaßt zu haben, seine vorige Meynung, in Ansehung des Zu- und Abflusses der elektrischen Materie, zu berichtigen; denn er erklärt diesen Umstand dadurch, daß er annimmt, es werde derjenigen Person, welche den Leiter berührt, eben so viel Elektricität gegeben, als von der reibenden Person genommen werde. Auf solche Weise, sagt er, war die Elektricität der einen Person dünner als im natürlichen Zustande, die Elektricität der andern hingegen dichter; so daß die Dichtigkeit der Elektricität zwischen den beyden Personen weit mehr verschieden ist, als

die

die zwiſchen einer von ihnen und einer andern auf dem Fußboden ſtehenden Perſon. Auf dieſe Art entdeckte Watſon, was Franklin um dieſelbe Zeit in Amerika beobachtete und das plus und minus in der Elektricität nannte.

Watſon bemerkte, daß die Flamme an dem Ende eines elektriſirten Draths der Hand ſo empfindlich war, wie ein kühles Blaſen des Windes, und daß, wenn leichte Subſtanzen zwiſchen einer elektriſirten und einer mit dem Fußboden verbundenen Platte angezogen und wieder zurückgeſtoßen wurden, dieſes abwechſelnde Anziehen und Zurückſtoßen überaus geſchwind auf einander erfolgte, ſo daß man mit dem Auge kaum nachfolgen konnte; und daß, wenn eine ſehr leichte und fein geblaſene gläſerne Kugel, von ohngefähr 1 Zoll im Durchmeſſer, auf eine metallene Platte gelegt und eine andere Platte an den Leiter darüber gehängt ward, die Schläge von dem abwechſelnden Anziehen und Zurückſtoßen faſt zu geſchwind für das Ohr waren. Aus dieſem letztern Verſuche nahm er zugleich auch einen Beweisgrund für die ungemeine Geſchwindigkeit her, mit welcher ſie angezogen und zurückgeſtoßen wurden. Er verſichert, daß, wenn man die Kugeln von einer Höhe von 6 Fuß und darüber, auf einen hölzernen Fußboden oder gar auf eine metallene Platte fallen ließ, ſie ſehr ſelten zerbrachen; daß ſie hingegen von dem Anziehen und Zurückſtoßen zwiſchen dieſen Platten, obgleich die Diſtanz nicht mehr als $\frac{1}{6}$ eines Zolls betrug, zerbrochen wurden.

Auch bewieß Watſon, daß die elektriſche Materie durch die Subſtanz des Verbindungsmetalles hindurch, und nicht über die Oberfläche deſſelben hinweg

weg gienge; denn als er einen Drath mit einem Gemenge von Wachs und Harz überzog, so wurde der aus einer Phiole erregte elektrische Funken mitten durch denselben hindurch geführt.

Monnier der jüngere entdeckte, daß die Elektricität den Körpern von einerley Art nicht im Verhältnisse ihrer Massen, sondern vielmehr im Verhältnisse ihrer Oberflächen mitgetheilt wurde, jedoch so, daß alle gleiche Oberflächen nicht gleiche Quantitäten von Elektricität bekommen, sondern daß diejenigen am meisten erhalten, welche sich mehr in die Länge erstrecken; daß z. B. eine viereckte Bleyplatte weit weniger Elektricität bekam, als ein schmaler Streif von demselben Metalle, welcher eben so viel Oberfläche hatte, als die viereckte Platte.

Wilson machte zu Ende des Jahrs 1746 dieselbe Entdeckung, welche Watson gemacht hatte, daß nämlich die elektrische Flüssigkeit nicht aus der Kugel, sondern aus der Erde selbst und allen andern um das Geräthe herum befindlichen unelektrischen Körpern käme. Er gab eine Methode, dieses zu beweisen, in einem an Ellicott aus Chester ergangenen Sendschreiben an, und erwähnt in einem Briefe, aus Dublin, an Smeaton, daß er den Versuch selbst bald nachher wirklich zu Stande gebracht habe.

Da er der Meynung war, daß der Unterschied zwischen elektrischen und unelektrischen Körpern von dem verschiedenen Widerstande herrühre, welchen ein feiner Mittelkörper, wie er ihn nennt, auf den Oberflächen aller Körper dem Durchgange der elektrischen Flüssigkeit leiste; und da er glaubte, daß die Hitze dieses Mittel verdünnen und dadurch elektrische Körper in

unelek-

unelektriſche verwandeln würde; ſo ſtellte er einige Verſuche an, welche ihn in dieſer angenommenen Meynung beſtärkten. Er fand, daß eine Perſon einer andern, der Dazwiſchenkunft einer beträchtlichen Quantität glühend-heißen Glaſes ungeachtet, die Elektricität mitzutheilen vermögend war. Er ſtellte auch andere Verſuche von gleicher Art an, indem er z. B. vermittelſt heißen Glaſes, heißen Bernſteins, und verſchiedener anderer heiß gemachter elektriſcher Körper, den Funken aus Waſſerphiolen erregte. Indeſſen iſt dieſes, wie Canton nachher beobachtete, der heißen Luft auf den Oberflächen dieſer Körper zuzuſchreiben, als welche, wie er fand, die Elektricität ganz ungehindert hindurch ließen. Bey einem gewiſſen andern Verſuche aber, welchen Wilſon mit geſchmolzenem Harze anſtellte, ſcheint dieſer Einwurf nicht ſtatt zu haben. Er goß nämlich das geſchmolzene Harz in eine Phiole, und fand, daß er damit Erſchütterungen zuwege bringen konnte; jedoch bemerkte er, daß, als das Harz kalt zu werden anfieng, dieſe Erſchütterungen ſchwächer waren, und, als es völlig kalt war, ganz und gar aufhörten [k]).

Wilſon führt einen Verſuch an, welchen er aber nicht für ſeine eigene Erfindung ausgiebt, wo er nämlich papierne Fähnchen in einen Kork ſteckte, und vermittelſt eines Magnets ſchwebend erhielt. Wenn dieſe nahe an die Spitze eines von dem erſten Leiter herkommenden Körpers gebracht wurden, drehten ſich dieſelben ſehr ſchnell herum, in einem luftleeren Raume hingegen ganz und gar nicht. Dieſes Blaſen ward, ſeiner Meynung nach, durch das Herausfahren der elektriſchen Materie aus der Spitze veranlaßt,

k) *Wilſon's* eſſay. p. 143.

anlaßt, welches eine Zugluft verursacht; er versuchte aber, was alsdann erfolgt seyn würde, wenn er die Fähnchen nahe an eine Spitze, welche die elektrische Flüssigkeit annahm, gebracht hätte.

Endlich beobachtete Wilson, daß, wenn eine Nadel nahe an ein Stück einer am Leiter hangenden Pflaumfeder gehalten ward, dieselbe dicht daran hangen blieb; wenn er aber etwas stumpfes daran brachte, wieder zurückgestoßen ward; auch meldet er, daß Canton verschiedene Versuche von gleicher Art angestellt habe.

Um diese Zeit nahm Smeaton wahr, daß, wenn eine auf einem elektrischen Körper gestellte Person mit dem flachen Theile ihrer Hand gegen die Kugel drückte, und unterdessen eine andere auf dem Fußboden stehende Person ein gleiches that, um die Elektricität zu erregen, die auf dem elektrischen Körper stehende Person schwerlich ganz und gar elektrisirt ward; wenn sie hingegen bloß ihre Finger nur ein wenig an die Kugel hielt, sehr stark elektrisirt ward. Eben derselbe bemerkte auch, daß, wenn er die Mitte einer großen eisernen Stange glühend heiß machte und sie hernach elektrisirte, die elektrische Kraft des heiß gemachten Theils eben so stark war, wie die der kalten Theile.

Auch D. Miles [1]) machte um eben diese Zeit einige artige Entdeckungen in der Elektricität. In einem der königlichen Societät am 25. Jan. 1746 vorgelesenen Aufsatze meldet er, daß, als er eine Stange schwarzes Siegellack durch Reiben mit weißem oder braun-

1) *Wilson's* essay. p. 317.

braunem Papiere, oder reinem trocknen Flanell, elektriſch gemacht habe, er gemeinen Lampenſpiritus damit zu entzünden vermögend geweſen ſey. Bey Vergleichung der Lackſtange mit der Glasröhre nahm er einen merklichen Unterſchied zwiſchen dem aus beyden zum Vorſchein gekommenen Feuer wahr, wiewohl er die Urſache davon nicht einſah. Er fand, daß die hellen Strahlen aus der Spitze ſeines Fingers nach der Lackſtange in weit größerer Menge, als nach dem Glaſe, fuhren. Er beobachtete verſchiedenemal einen kleinen runden Flecken Feuer, welcher ſich zuerſt an ſeinem Finger zeigte, aus welchem ordentliche Feuerſtrahlen, in Form eines Cometenſchweifes, nach dem Siegellacke fuhren.

Miles fand, daß dieſes mit einer Stange Schwefel ebenfalls ſehr gut angieng; alsdann aber nicht vollkommen, wenn er, um die Wirkung zu verſtärken, einen eiſernen Stecken in die Mitte derſelben hineingeſteckt hatte. Als er dieſe Stange aufrecht in einen Geſchirrſchrank geſtellt hatte, ſo bemerkte er, daß dieſelbe alle ihre elektriſche Kraft verlor, und ſich nachher im geringſten nicht mehr durch Reiben elektriſch machen ließ. Wilſon ſchreibt dieſe Wirkung keiner andern Urſache zu, als weil dieſelbe unbedeckt hingeſtellt worden war.

Auch führt Miles an, daß er einsmals eine Röhre von grünem Glaſe erhalten, welche er nie anders, als mit der größten Schwierigkeit, und alsdann doch nur in einem geringen Grade, durch Reiben elektriſch machen konnte.

Einige Zeit hierauf machte Wilſon einen Verſuch mit Metallblättern in einer hermetiſch verſiegel-

ten

ten Bouteille. Er fand, daß er diese durch Annäherung der elektrischen Röhre in Bewegung bringen konnte, eben so gut, als wenn sich dieselben in der freyen Luft befunden hätten; allein eine gewisse Erscheinung, wovon er aber keine hinlängliche Nachricht ertheilt, setzte ihn in Verwunderung. Er bemerkte nämlich, daß, wenn er die Röhre von dem luftleeren Glase hinwegzog, gar keine Bewegung an den Metallblättern zu spüren war; wenn er sie hingegen schnell hinwegzog, diese in eine sehr heftige Bewegung kamen.

Nächst den Engländern hat man auch den Franzosen verschiedene wichtige Entdeckungen in der Elektricitätslehre zu verdanken. Außer du Fay hat sich unter andern vorzüglich der Abt Nollet berühmt gemacht. Er nahm wahr, daß Körper, welche nicht isolirt waren, wenn sie in elektrische Atmosphären versetzt wurden, Zeichen der Elektricität äußerten. Er beobachtete ein merkliches Sausen, wie einen sanften Wind, das unter vorerwähnten Umständen aus der Hand einer nicht elektrisirten Person fuhr; imgleichen das Anziehen und Abstoßen leichter Körper durch dieselben; die Erscheinung einer Flamme; die Verminderung ihrer Schwere bey zunehmender Abdampfung und Ausdünstung, und fast jede andere Erscheinung und Wirkung der Elektricität. Als er ferner bemerkt hatte, daß, wenn die Kugel gedreht, und auch sogar alsdann, wenn sie mit einer reinen Hand gerieben ward, sich auf der Oberfläche derselben verschiedene Unreinigkeiten oder Flecke von einer braunen Materie gesammelt hatten, welche aus einer dem weichen Wachse ähnlichen Materie bestanden; so war er neugierig, eine Menge dieser Unreinigkeiten zu samm-

len. Er fand, daß ſie wie verbrannte Haare rochen, wenn ſie verbrannt wurden: woraus er ſchloß, daß es eine thieriſche Subſtanz, und durch die zufließende Materie aus ſeinem eigenen Körper in die Kugel hineingebracht ſey. Er glaubte, daß die Elektricität desjenigen Körpers, welcher in die Atmoſphäre eines elektriſchen Körpers hineingebracht worden, von gleicher Art mit der Elektricität des elektriſirten Körpers ſey.

Ferner ſtellte der Abt Nollet verſchiedene Verſuche mit ſpitzigen Körpern an, und bemerkte, daß an denjenigen, welche die feinſten Spitzen hatten, der elektriſche Feuerbüſchel am ſchnellſten ausfloß, daß ſie hingegen die andern Zeichen der Elektricität nicht ſo ſtark, als Körper, welche nicht zugeſpitzt waren, äußerten.

Insbeſondere bemühte ſich Nollet, durch Verſuche den eigentlichen Grad zu beſtimmen, in welchem verſchiedene Subſtanzen die elektriſche Flüſſigkeit ableiteten, und fand, daß der Rauch vom Gummilak, Terpentin, Beruſtein und Schwefel die Elektricität einer durchs Reiben elektriſch gemachten Röhre nicht ſobald hinweg führte, wie der Rauch von linnen Zeug, Holz, und ſonderlich der Waſſerdampf und die Ausdampfungen von brennendem Talge und andern fetten Subſtanzen. Mit einem Worte, er fand, daß Dünſte, welche nicht wäſſerigt waren, bey elektriſchen Verſuchen wenig oder gar nicht ſchadeten, wofern nur die Röhre dem Feuer, welches dieſelben verurſachte, nicht ausgeſetzt war. Ein räucheriges Zimmer verhinderte ihn an Vollziehung ſeiner Verſuche gar nicht, wenigſtens in keinem hohen Grade;

und

und eben so wenig waren wohlriechende Ausdünstungen denselben im geringsten nachtheilig.

Ferner fand er, daß ein Stück Eisen, welches so glühend heiß gemacht war, daß feurige Theilchen davon absprangen, nicht die geringste Spur von Elektricität an einer durchs Reiben elektrisch gemachten Röhre zurück ließ, woran es 5 bis 6 Zoll nahe, und zwar 2 bis 3 Stunden lang gehalten ward; daß es hingegen in gleicher Entfernung auf die Röhre zu wirken aufhörte, noch ehe es rothglühend zu seyn nachließ, und ganz und gar keinen Einfluß mehr hatte, noch ehe es kalt ward. Ferner fand er, daß die elektrische Röhre in dem Brennpunkte eines Brennspiegels nicht das geringste von ihrer Elektricität verlor. Daß die Flamme eines Lichts, oder das Nahebringen derselben, die Elektricität aufhebe, war bereits vorher bekannt gewesen. Er bemerkte, daß die Flamme durch das Annähern der elektrischen Röhre merklich gestört ward; und gedenkt der Beobachtungen des du Tour und Needham, nach welchen das zwischen dem Licht und der Röhre gebrachte dünnste Stück Glas, oder irgend eine andern Substanz, die Zerstreuung der Elektricität verhinderte. Aus diesem Ereignisse ward gefolgert, daß die Zerstreuung von einigen aus dem Lichte kommenden Ausflüssen herrühre.

Weiter beobachtete Mollet, daß ein auf einen unelektrischen Ständer gestellter leichter Körper sich weit hurtiger bewegte, als wenn derselbe auf einem elektrischen Gestelle stand. Verschiedene elektrische Versuche gelangen ihm am besten in Gegenwart einer Menge Zuschauer, und wenn diese, um seine Versuche mit anzusehen, nahe herbey traten und dicht

an einander ſtanden, ſo beſchlugen ſeine Gläſer. Die Urſache hievon hat nachher Wilke angegeben.

Nollet befeuchtete eine ſchwanke und ſpitzige eiſerne Stange mit Waſſer oder Weingeiſt, und es ſchien ihm, als ob der aus der Spitze ausfahrende Wind merklicher geweſen wäre, als wenn die Stange nicht befeuchtet war. Er ſchrieb dieß der elektriſchen Materie zu, welche einige von den Waſſer- und Weingeiſttheilchen mit ſich hinweg führte.

Nollet ſtellte auch einige Beobachtungen über den Unterſchied zwiſchen erregter und mitgetheilter Elektricität, imgleichen zwiſchen der Elektricität des Glaſes und des Schwefels an. Er bemerkte, daß die Elektricität einer durch Reiben elektriſch gemachten Kugel oder Röhre eine ſonderbare Empfindung auf dem Geſichte verurſachte, als wenn ein Spinngewebe darüber hinweg gezogen würde; durch mitgetheilte Elektricität hingegen ward dergleichen Wirkung ſelten hervorgebracht. Erregte Elektricität, verſichert er auch, läßt ſich über 1 Fuß weit durch den Geruch verſpüren; mitgetheilte Elektricität hingegen nicht.

Er ließ Schwefel in einer gläſernen Kugel ſchmelzen, indem er dieſelbe über einer Kohlpfanne mit glühenden Kohlen herum drehete; und ward gewahr, daß kleine Stückchen Schwefel, ehe ſie ſchmolzen, inwendig von dem Glaſe angezogen und wieder abgeſtoßen wurden, zu gleicher Zeit, da die Aſche der Kohlen auswendig angezogen ward. Als er ein Stück elektriſch gemachten Schwefel mit einem hinein geſteckten Stücke einer Pflaumfeder, welches hinweg zu fliegen in Bereitſchaft ſtand, in der einen Hand hielt,

hänge

hängte sich die Pflaumfeder fest an den Schwefel an, als er eine elektrische Glasröhre, welche er in der andern Hand hielt, nahe daran brachte.

Auch im luftleeren Raume stellte er einige elektrische Versuche an. Er fand, daß Glas und andere elektrische Körper sich in diesem Raume allerdings, wiewohl nicht so stark als in freyer Luft, elektrisch machen ließen. Er beobachtete, daß ein merklicher Unterschied zwischen der Erscheinung des elektrischen Lichts im luftleeren Raume und in freyer Luft statt fand, indem dasselbe in jenem Falle ausgebreiteter und ungebrochen war. Als er das Ende seines Leiters in ein gläsernes Gefäß, aus welchem die Luft herausgezogen war, steckte, bemerkte er, daß das Gefäß voll Licht war, so oft er seine Hand daran brachte; daß das Licht beträchtlich verstärkt ward, wenn er seine Hand darüber streckte, und daß, wenn ein Funken aus dem Leiter erregt ward, das ganze Gefäß voll Luft zu seyn schien. Er nahm auch wahr, daß kleine Stückchen Metall, welche in das Gefäß verschlossen worden waren, sich fest an das Glas anhängten; bey Annäherung des Fingers oder irgend eines Leiters von auswendig aber, sich von selbst wieder loß machten.

Ein anderer französischer Gelehrter, Boulanger, gab sich viel Mühe, den Grad, in welchem verschiedene Substanzen sich durch Reiben elektrisch machen lassen, zu bestimmen. Die Versuche wurden seiner Versicherung nach mit der größten Sorgfalt angestellt. Die Resultate, welche er fand, brachte er in nachfolgende Tabelle, wo in jeder Columne allemal diejenigen, welche sich am wenigsten elektrisch machen lassen, zuerst stehen:

Erſte Columne.

Ebenholz
Franzoſenholz
Buchsbaumholz
Sandelholz
Eiche
Ulmenbaum
Aeſchenbaum
Lindenbaum
Roſenſtrauch
Weidenbuſch
Weißer Weidenbaum
Pantoffelholz
Allerhand trockenes Holz
Alle trockene Pflanzen

Zweyte Columne.

Allerhand Muſcheln
Fiſchbein
Knochen
Elfenbein
Horn
Schuppen
Pergament
Haar
Wolle
Federn
Baumwolle
Seide

Dritte Columne.

Alaun
Zuckerkand
Berner Phosphor
Gelbes und weißes Wachs
Japaniſcher Firniß
Wachholderharz
Maſtix
Bernſtein
Gagat
Pech
Copalharz
Gummilack
Geigenharz
Schwefel
Siegellack
Alle Salze von hinlänglicher Conſiſtenz
Alle Harze

Vierte Columne.

Magnetſtein
Marmor von allen Farben
Schieferſtein
Quaderſtein
Granit
Porphyr
Jaspis
Glaſur
Achat
Alle undurchſichtige Edelgeſteine
Porzellan

Fünfte Columne.

Hyacinthſtein
Opal
Smaragd
Amethyſt
Topas
Rubin

Rubin	Gefärbte, vornämlich gelbe, Demanten
Sapphir	
Katzenauge	Weiße, absonderlich rautenförmig geschnittene, Demanten
Peridot	
Granit	
Bergkrystall	Alle durchsichtige Edelsteine
Venetianischer und Moscovitischer Talkstein	Glas, und alle Glasflüsse, die metallischen Gläser nicht ausgenommen.

Die Folge, welche Boulanger aus diesem Verzeichnisse zieht, ist, daß die zerbrechlichsten und durchsichtigsten Substanzen allemal die am meisten elektrischen sind. Um zu erklären, warum die Marcasiten sich durchaus nicht elektrisch machen lassen, da sie doch so leicht zerbrechlich und durchsichtig sind, nimmt er eine sonderbare Lehrmeynung an. Er leitet dieß nämlich von der in diesen Substanzen enthaltenen verdichteten Luft ab, welche bekannter Maaßen die Elektricität hindert.

Noch bemerkt Boulanger, daß mineralische Wasser von der Elektricität weit merklicher verändert werden, als gemeines Wasser; daß schwarze Bänder weit geschwinder angezogen werden, als die von andern Farben, und nächst jenen die braunen und hochrothen.

Le Cat [m]) ließ verschiedene Stückchen Goldblättchen an seinem Leiter frey schweben, und bemerkte, daß sie in verschiedenen Entfernungen, nach ihren Größen, schwebten, so daß die kleinern Stücke näher an

m) Histoire gener. et part. de l'électricité. à Paris 1752. 8. p. 84.

an dem Leiter ihren Platz nahmen, und die größern ſich mehr von demſelben entfernten. Dieſes vergleicht er mit den Entfernungen, in welchen die Planeten um die Sonne herum laufen, und nimmt von beyden einerley Urſache an. Auch verglich er ſehr umſtändlich den eben damals entdeckten elektriſchen Schlag mit dem Donner.

Von dem P. Gordon zu Erfurt wurde in einer Katze die Elektricität dermaßen ſtark erregt, daß ſie, wenn ſie durch eiſerne Ketten fortgepflanzt ward, Weingeiſt entzündete.

Die beyden Herren Klingenſtierna und Strömer [n]) waren die erſten, welche mit derjenigen Perſon, welche das Reiben verrichtete und auf einem Pechkaſten ſtand, elektriſche Verſuche anſtellten, welche man in den Abhandlungen der königl. Schwed. Akademie der Wiſſenſchaften auf das Jahr 1747 abgedruckt findet.

Jallabert fand, daß, wenn man den Leiter mit Pech überzog, ſich derſelbe demungeachtet elektriſch machen ließ, zum Beweiß, daß die elektriſche Flüſſigkeit in die Subſtanz der Metalle hineindringe. Auch zeigte er, daß Eis einen Leiter der Elektricität abgäbe, indem er den Leydenſchen Verſuch mit einer Bouteille, worin Waſſer gefroren war, anſtellte.

Durch dieſe großen und ſich ſo weit erſtreckenden Wirkungen der Elektricität wurden nunmehr die Naturforſcher aufmerkſam gemacht, die Elektricität da zu ſuchen, wo man ſie bisher gar nicht vermuthet

n) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. IX. der Ueberſ.

thet hatte. Die erste Nachricht von wollenen Kleidern, an welchen Zeichen der Elektricität bemerkt wurden, wenn man sie ausgezogen hatte, ward an die königl. Gesellschaft von Herrn Cooke °) von der Insel Wight eingesandt. Dieser meldet, daß er ein Frauenzimmer gekannt habe, an welchem dieses wahrgenommen worden, und daß man zuletzt auch gefunden habe, daß diese Erscheinung bloß an neuem Flanelle, welcher einige Zeit lang getragen worden, zu verspühren gewesen sey, und daß diese Eigenschaft alsdann, wenn selbiger gewaschen worden, sich verloren habe. Diese Erscheinung war, wie er bey andern Gelegenheit bemerkt, bey kaltem Wetter weit sichtbarer, indem er wahrgenommen hatte, daß alsdann gemeiniglich nicht nur eine größere Reinigkeit der Luft und Abwesenheit der Nässe statt fand, sondern auch alle haarige und harnige Substanzen elastischer, und mithin zur Erregung starker zitternder Bewegungen weit aufgelegter und geschickter waren. Wenn man den Flanell vorher mit Seewasser angefeuchtet hatte, und nachher trocken werden ließ, so wurden, seiner Versicherung nach, die elektrischen Erscheinungen sehr verstärkt.

Dergleichen Erscheinungen hatte man zwar lange vorher schon bemerkt, sie aber nicht für elektrisch ausgegeben.

Monnier der jüngere suchte die elektrische Kraft dadurch zu verstärken, daß er sich mehrerer rundlicher Gläser zugleich bediente: bey angestelltem Versuche aber fand er, daß der Erfolg seinen Erwartungen gar

o) Philos. Transact. Vol. XLIV. T. II. num. 483. Vol. XLV. num. 488.

gar nicht gemäß war, welches ihn veranlaßte, daraus zu folgern, daß es bey Verstärkung der Elektricität, so wie bey Mittheilung der Hitze dem kochenden Wasser, einen gewissen höchsten Grad gäbe, außer welchem kein weiterer statt findet.

Da die Kraft des Glases beym Elektrisiren so stark befunden ward, so darf man sich nicht wundern, daß die Naturforscher ausfindig zu machen suchten, was für eine Art von Glas sich bis zum höchsten Grade elektrisch machen ließe. Unter andern Vorschlägen ist vorzüglich derjenige merkwürdig, welcher der königl. Societät am 6. Apr. 1749 vom Herrn Bose mitgetheilt ward. Er sagt, daß eine Glaskugel, welche öfters zu starken Destillationen und andern chemischen Operationen gebraucht worden ist, die Elektricität ungleich stärker ableite, als ein Glas, welches einem so heftigen Feuer niemals ausgesetzt gewesen ist. Er behauptet, der erste gewesen zu seyn, welcher dieses merkwürdigen Umstandes, wie er ihn nennt, Erwähnung gethan.

Um dieselbe Zeit ersann D. Watson, die Verstärkung der Elektricität dadurch zu befördern, daß er das Werkzeug, wodurch das Reiben seiner Kugel verrichtet ward, naß machte, ungeachtet er den Grund davon nicht völlig einsah. Er beobachtete, daß, wenn jemand auf dem Fußboden stand und die Kugel mit seiner Hand rieb, die Elektricität weit stärker erregt ward, als durch ein Polsterkissen. Dieses konnte, seiner Meynung nach, von nichts anderm herrühren, als weil seine Hand feuchter, und mithin die Elektricität von dem Fußboden abzuleiten geschickter war; deßwegen ließ er seine Maschine, und sogar sein Kissen, naß machen, und fand alsdann die

Elek-

Elektricität eben so stark, als wenn die Kugel vermittelst der Hand gerieben worden war.

Wilson p) bemerkt, daß es sehr gut sey, wenn das Kissen, welches er aus Leder verfertigte, mit Silber oder Kupfer überzogen werde, und daß die seidene Schnur, worauf der Leiter ruhe, roth oder gelb seyn müsse. Der Tisch müsse auf einem feuchten Boden stehen, oder es müsse ein Drath von der Maschine nach dem feuchten Boden gehen.

Auch fand Watson, daß zwar durch das Reiben der Kugel mittelst Körper, welche von Natur elektrisch und völlig trocken waren, keine Elektricität hervorgebracht werden konnte, daß diese Körper hingegen von sehr guter Wirkung waren, wenn man sie angefeuchtet hatte; denn das in diese Substanzen hineinziehende Wasser diene der Elektricität zwischen der Hand, oder dem Kissen, und der Kugel als ein Verbindungscanal, auf eben die Art, wie die bey feuchtem Wetter mit Dünsten angefüllte Luft die Anhäufung der elektrischen Materie zu irgend einem beträchtlichen Grade hindere, indem sie dieselbe, sobald sie erregt worden, nach den nächsten unelektrischen Körpern ableite. Er bemerkte hingegen, daß die meisten vegetabilischen Substanzen, ungeachtet man sie so trocken als möglich hatte werden lassen, Elektricität, wiewohl nur im geringen Grade, äußerten. Er erregte die Elektricität nicht nur aus linnen Zeug, Baumwolle u. s. f. sondern auch sogar aus Bleyplatten und einem Brete von Tannenholz.

Nollet q) versichert, eine sehr starke Wirkung bemerkt zu haben, wenn das Glas mit Wollenzeug, wor-

p) *Wilson's* essay. p. 5 f.
q) Recherches sur l'électricité, à Paris 1749. p. 186.

worauf vorher Terpentinöl gegoſſen war, gerieben worden; daß aber, ſobald das geringſte Waſſer darunter gekommen, die Erregung der Elektricität verhindert worden ſey.

Boulanger führt an, daß, wenn zwey Cylinder von einerley Glas und Geſtalt verfertigt werden, und zwar der eine durchſichtig, der andere aber auf eine beliebige Art gefärbt, der durchſichtige Cylinder ſich durch Reiben weit leichter elektriſch machen laſſe, als der gefärbte. Indeſſen geſteht er, daß bisweilen das durchſichtigſte und zerbrechlichſte Glas nur wenig Elektricität habe annehmen wollen. Ein andermal bemerkt er, daß ein 3 oder 4 Linien dikker Cylinder ſich weit ſtärker und dauerhafter elektriſch machen laſſe, als einer, der nur 1 Linie dick iſt.

Auch fieng man an, auf Vorrichtungen zu denken, die Stärke der Elektricität eines Körpers zu beſtimmen. Der Abt Nollet, welcher bey den Verſuchen des du Fay zugegen geweſen war, ſahe ein, daß die Fäden, welche letzterer gebraucht hatte, um daraus zu erkennen, wie bald die Stange elektriſirt werde, und wie bald ſie dieſe Elektricität wieder verliere, vortheilhafter zu gebrauchen wären, wenn man aus der Größe ihres Winkels auf den Grad der Elektricität ſchließen könne. Weil man aber keine fremden Körper an dieſe Fäden bringen durfte, ſo ſchlug er vor [r]), den Winkel der Fäden durch ihren auf einem Brete aufgefangenen Schatten mit einem Gradbogen zu meſſen.

Waitz

r) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1747.

Waitz s) schlug vor, an die Enden der Fäden kleine Metallplättchen oder Gewichte zu hängen. Hiezu nahm er seidene Fäden, und die kleinen Gewichte giengen aus einander, wenn er einen geriebenen Glascylinder in ihre Nähe brachte. Er machte sich Hoffnung, dadurch die zurückstoßende Kraft mit der Schwere vergleichen zu können.

Elliott t) schlug eine Wage vor, wo das Gewicht in einer Schale zeigt, wie stark ein elektrisirter Leiter die darüber gehaltene Schale anziehe. Auf ähnlichen Gründen beruht auch ein ähnlicher Vorschlag von Gralath u).

Canton entdeckte um dieselbe Zeit, als Watson seinen ersten Versuch über die Leydensche Flasche anstellte, eine Methode, vermittelst welcher die Quantität der in der Phiole angehäuften Elektricität ziemlich genau auszumessen wäre. Er nahm die geladene Phiole in seine Hand, und machte, daß ein Funken aus derselben nach einen frey schwebenden Leiter fuhr, welchen Funken er mit seiner andern Hand auffieng. Diese Operation wiederholte er so lange, bis alles entladen war, und schätzte den Grad der Ladung nach der Anzahl der Funken.

Es ist natürlich, zu denken, daß man bey den großen Wirkungen der Elektricität auch versuchen würde, was für Wirkungen sie auf thierische und andere Körper äußern werde. Der Abt Nollet war der erste,

s) Abhandl. von der Elektricität und deren Ursachen. Berlin 1745. 4.

t) Philos. Transact. Vol. XLV. n. 486.

u) Versuche und Abhandlungen der naturf. Gesellschaft in Danzig. Th. I. 1747. n. 6.

erſte, welcher ſich hiemit beſchäftigte. Den Anfang machte er mit der Verdampfung der Flüſſigkeiten vermittelſt der Elektricität. Die Verſuche wurden mit der größten Sorgfalt angeſtellt, und folgende Wahrnehmungen waren das Reſultat davon:

1. Die Elektricität vermehrt die natürliche Ausdünſtung der Flüſſigkeiten, indem, Queckſilber und Baumöl ausgenommen, davon jenes zu ſchwer und dieſes zu zähe iſt, alle übrigen, womit der Verſuch angeſtellt wurde, eine Verminderung erlitten, welche keiner andern Urſache, als der Elektricität, zugeſchrieben werden konnte.

2. Die Elektricität vermehrt die Ausdünſtung derjenigen Flüſſigkeiten am meiſten, welche von ſelbſt zu verfliegen am geſchickteſten ſind. Denn der flüchtige Salmiakgeiſt erlitt einen größern Verluſt, als Wein- oder Terpentingeiſt; dieſe beyden aber wieder einen größern, als gemeines Waſſer; und Waſſer einen ſtärkern, als Weineſſig oder eine Salpeterſolution.

3. Die Elektricität hat eine ſtärkere Wirkung auf Flüſſigkeiten, wenn die dieſelben enthaltenden Gefäße unelektriſch ſind; indem, wenn die Gefäße von Metall waren, die Wirkungen allemal etwas größer zu ſeyn ſchienen, als wenn ſie von Glas waren.

4. Dieſe vermehrte Ausdünſtung war weit beträchtlicher, wenn die Gefäße, welche den Liquor enthielten, mehr offen waren; jedoch ſtand die Vermehrung der Wirkungen mit ihren Oeffnungen in keinem Verhältniſſe. Denn wenn dergleichen Flüſſigkeiten in Gefäßen elektriſirt wurden, deren Oeffnung 4 Zoll im Durchmeſſer betrug, und ungeachtet ſie alsdann mit einer Oberfläche an der Luft ſtanden, welche ſechs-

zehn

zehn mal größer war, als wenn sie sich in Gefäßen befanden, deren Oeffnung nur 1 Zoll im Durchmesser betrug, so bemerkte man doch nicht, daß sie eine diesem Unterschiede verhältnißmäßige Verminderung erlitten.

5. Das Elektrisiren verursacht keine Verdunstung der Flüssigkeiten durch die Poren, weder des Metalls, noch Glases; indem man, nachdem die Versuche 10 Stunden lang fortgesetzt worden waren, nicht die geringste Abnahme ihres Gewichts bemerkte, wenn die Gefäße, worin sie sich befanden, wohl zugestopft waren x).

Nach angestellten Versuchen mit Flüssigkeiten machte er dergleichen auch mit festen Körpern verschiedener Art, woraus sich ergab, daß dieselben bloß im Verhältnisse der in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit, und der Oeffnungen ihrer Zwischenräume am Gewichte verloren.

Nollet dehnte auch seine Versuche auf andere in die Sinne fallende Beschaffenheiten der Körper, ihren Geruch, Geschmack und chemische Eigenschaften, aus; fand aber nach einem starken und fortgesetzten Elektrisiren verschiedener Substanzen an keiner derselben die geringste Veränderung. Das Elektrisiren ließ die Kraft des Magneten unverändert; auch ward das Heiß- und Kaltwerden der Körper dadurch weder zurückgehalten noch beschleunigt.

Hiernächst versuchte er auch Haarröhrchen, welche mit Wasser gefüllt waren, zu elektrisiren. Es hatte nämlich Bose zu Wittenberg beobachtet, und seit

x) Recherches sur l'électricité. p. 327.

ſeine Wahrnehmung dem Hrn. Nollet mitgetheilt, daß, wenn dieſelben elektriſirt worden waren, das Waſſer in einem anhaltenden Strome herausfloß, da es hingegen ohne dieſe Operation nur ganz langſam und Tropfenweiſe herausfloß. Dem erſten Anſcheine nach ſollte ein Jeder dafür gehalten haben, daß der Strom beſchleunigt, und das elektriſirte Gefäß gar bald leer werden würde. Da aber Nollet dem erſten Anſcheine nicht trauen mochte, ſo entſchloß er ſich, dieſe Sache durchs Abmeſſen der Zeit und der Quantität des ausfließenden Liquors zur Gewißheit zu bringen. Damit er nun auch erforſchen könnte, ob die Beſchleunigung, wofern ja eine ſolche ſtatt finde, während der ganzen Zeit des Ausfluſſes gleichförmig erfolge, ſo nahm er Gefäße von verſchiedenen Weiten, welche ſich in Röhren von verſchiedenen Weiten, von 3 Linien im Durchmeſſer an bis zu ſolchen, welche ſo dünn wie ein Haar waren, endigten. Als er es nicht ſo leicht fand, wie er ſich anfänglich einbildete, etwas ſicheres hieraus zu folgern, ſo giebt er von ohngefähr 100 Verſuchen überhaupt folgendes Reſultat an:

1. Der elektriſirte Strom, ungeachtet derſelbe den Liquor zertheilt und weiter führt, wird weder merklich beſchleunigt, noch zurückgehalten, wenn die Röhre, aus welcher derſelbe herausfließt, nicht weniger als 1 Linie im Durchmeſſer hat.

2. Iſt die Röhre noch unter dieſem Durchmeſſer, aber doch weit genug, den Liquor in einem anhaltenden Strome herausfließen zu laſſen, ſo beſchleunigt die Elektricität denſelben ein wenig; jedoch nicht ſo ſtark, als man, nach den Strahlen, welche derſelbe macht, und nach der Entfernung, in

wel-

welcher dieselben fahren, zu urtheilen, wohl glauben sollte.

3. Bey einem Haarröhrchen, aus welchem das Wasser im natürlichen Zustande nur Tropfenweise herausfließt, wird der elektrisirte Wasserstrahl nicht nur zu einem anhaltenden Strom, und zertheilt sich noch dazu in verschiedene Ströme, sondern es wird derselbe auch beträchtlich beschleunigt; und zwar pflegt diese Beschleunigung im Verhältnisse der Feinheit des Haarröhrchens größer zu seyn.

4. Die Wirkung der elektrischen Kraft ist so groß, daß dieselbe das Wasser aus einem ganz kleinen Haarröhrchen, aus welchem dasselbe vorher kaum Tropfenweise heraus konnte, in einem beständigen Strome heraustreibt.

Die seltsamsten dieser Versuche sind nach dem eigenen Geständnisse des Herrn Nollet diejenigen, bey welchen eine Zurückhaltung oder Verzögerung des elektrischen Stroms statt findet. Er war selbst lange hierüber zweifelhaft; eine Menge Versuche aber, welche er sorgfältig aufgezeichnet hatte, nöthigte ihn, dieß, wiewohl noch beständig als etwas Ungewisses, anzunehmen.

Das schöne Ansehen der ausfließenden Ströme des elektrisirten Wassers im Finstern beschreibt Nollet nach Bose und Gordon, welche dieß zuerst beobachtet haben, ganz umständlich.

Diese letztern Versuche legte Nollet bey seinen nachherigen Untersuchungen zum Grunde. Alle organisirte Körper betrachtete er als Haufen von Haarröhrchen, welche mit einer gewissen Feuchtigkeit angefüllt

gefüllt ſind, welche durch dieſelben hindurch, ja oft auch aus denſelben hinaus zu fließen ſucht. Dieſer Vorſtellung gemäß glaubte er, daß die elektriſche Kraft vielleicht wohl dem Safte in den Pflanzen einige Bewegung mittheilen, wie auch die unmerkliche Ausdünſtung bey thieriſchen Körpern vermehren möchte. Durch den Erfolg ſeiner Verſuche ſchien er in ſeiner angenommenen Meynung beſtärkt zu werden.

Er elektriſirte nämlich Früchte, friſche Pflanzen und Schwämme, die in ſorgfältig abgewogenem Waſſer getaucht waren, 4 bis 5 Stunden nach einander; und fand, daß nach dem Verſuche alle dieſe Körper merklich leichter waren, als andere von gleicher Art, welche zugleich mit ihnen, ſowohl vor als auch nach dem Verſuche, abgewogen, und an demſelben Orte und in gleicher Temperatur gehalten worden waren.

Mit der Elektriſirung wachſender Vegetabilien wurde in England der Anfang gemacht. Maimsbray zu Edinburgh elektriſirte zwey Myrtenſtauden den ganzen Monat Sept. 1746 hindurch, und fand, daß Zweige und Blüthen an denſelben weit eher, als an andern Bäumchen dieſer Art, welche nicht elektriſirt worden waren, hervorkamen. Als Nollet von dieſem Verſuche Nachricht erhalten hatte, ward er ermuntert, ihn ſelbſt anzuſtellen.

Er nahm zwey Blumentöpfe, füllte ſie mit einerley Erde an, und ſäete einerley Saamen hinein. Er ließ ſie beſtändig an einerley Orte, und behandelte ſie auf gleiche Art, außer daß der eine Blumentopf 14 Tage nach einander, täglich 2 bis 3, mannichmal auch wohl 4 Stunden lang, elektriſirt ward. Der Erfolg war, daß in dem elektriſirten Topfe die

Saa-

Saamen allemal 2 bis 3 Tage eher, als in dem andern, keimten; wie denn auch weit mehrere und überdieß auch längere Sprossen in einer gewissen Zeit hervorwuchsen. Dieß veranlaßte ihn zu glauben, daß die elektrische Kraft die Keime öffnen und entwickeln helfe, und eben dadurch das Wachsthum der Pflanzen befördere. Nollet nennt dieß indessen bloß eine Muthmaßung, welche eine fernere Bestätigung erfordert. Es war, wie er meldet, damals schon spät im Jahre, als daß er noch so viele Versuche, wie er wohl wünschte, hätte anstellen können. Die nachfolgende Reihe von Versuchen war, wie er versichert, weit zuverlässiger. Sie sind nicht weniger unterhaltend.

Um diese Zeit wurden dieselben Versuche von Jallabert, Bose, dem Abt Menon, Rektor der Schule zu Bueil in Angers, fortgesetzt, welche insgesammt eben dieselben Schlußfolgen daraus herleiteten.

Nollet nahm verschiedene Paare Thiere von verschiedenen Gattungen, z. B. Katzen, Tauben, Sperlinge, Finken u. d. gl. Er setzte sie in besondere hölzerne Käfiche, und wog dieselben. Ein Thier von jedem Paare elektrisirte er 5 bis 6 Stunden nach einander, und wog sie alsdann wieder. Der Erfolg war, daß die elektrisirte Katze gemeiniglich 65 bis 70 Gran leichter war, als die andere; die Taube 35 bis 38, und der Finke oder Sperling 6 bis 7 Gran. Um hiebey so genau als möglich zu gehen, wiederholte er diese Versuche, und elektrisirte dasjenige Thier von jedem Paare, welches vorher nicht elektrisirt worden war, und fand dabey einige Veränderun-

gen, ungeachtet der elektriſirte Theil verhältnißmäßig jederzeit leichter war, als der andere.

Nach dieſen angeſtellten Verſuchen zweifelte er nunmehr im geringſten nicht daran, daß die Elektricität die unmerkliche Ausdünſtung der Thiere vermehre; darin aber war er noch ungewiß, ob dieſe Vermehrung in einem Verhältniſſe mit der Größe oder Oberfläche ihres Körpers ſtände. Nollet's Meynung gieng dahin, daß dieſe Vermehrung weder mit dem einen noch dem andern in einem völligen Verhältniſſe, wohl aber in einem ſolchen ſtände, welches dem letztern näher, als dem erſtern käme; ſo daß er glaubte, man habe keinen Grund, zu befürchten, daß ein elektriſirter Menſch an $\frac{1}{50}$tel ſeiner Schwere verlieren würde, ſo wie es ihm vorkam, daß es ſich mit einer Art Vögel zugetragen habe. Alles was er damals hierüber beobachtet hatte, beſtand darin, daß eine junge Manns- oder Frauensperſon, zwiſchen 20 und 30 Jahren, nachdem ſie 5 Stunden nach einander elektriſirt wurde, einige Unzen ihres Gewichts verloren hatte, mehr als ſie zu verlieren pflegte, wenn ſie nicht elektriſirt war.

Nollet bemerkt, daß diejenigen Perſonen, welche ſich auf dieſe Art elektriſiren ließen, nicht die geringſten Unbequemlichkeiten davon empfunden hatten. Sie befanden ſich bloß ein wenig erſchöpft, und hatten einen beſſern Appetit bekommen. Keiner unter ihnen befand ſich wärmer, auch konnte er nicht wahrnehmen, daß ihr Puls ſtärker geworden war.

Dieſe letztern Verſuche an menſchlichen Körpern laſſen ſich, wie er ganz richtig bemerkt, ſchwerlich mit einer großen Genauigkeit verfolgen, indem die Kleider,

der, welche mit den Haaren oder Federn der Thiere in keine Vergleichung kommen, einen beträchtlichen Theil der Ausdünstung in sich behalten, und daran Schuld sind, daß sich über die Wirkung der elektrischen Kraft kein rechtes Urtheil fällen läßt.

Diese Versuche überzeugten ihn von der Wirklichkeit der ausfließenden Materie, welche die ausdünstbaren Theile der Körper, und was etwa durch ihre Oberflächen verfliegt, mit sich hinweg nimmt. Und von der zufließenden Materie ward er dadurch überführt, daß er wahrnahm, wie alle diese Wirkungen sich ebenfalls äußerten, wenn, anstatt die Körper selbst zu elektrisiren, diese bloß einem großen elektrisirten Körper nahe gebracht wurden. Er tauchte einen dicken Schwamm in Wasser, schnitt ihn von einander, wog die beyden Theile besonders, und legte alles insgesammt nahe an einen ansehnlichen elektrisirten Körper. Er fand, daß nach einem 5 bis 6stündigen Elektrisiren derjenige Theil des Schwammes, welcher dem elektrisirten Körper näher lag, weit mehr an seinem Gewichte, als der andere, verloren hatte. Aus diesem Umstande schloß er, daß, wenn ein gewisser Theil eines thierischen Körpers irgend einer elektrisirten ansehnlichen Substanz nahe gebracht wird, derselbe weit mehr ausdunste, als der andere, und daß vielleicht durch dieses Mittel Verstopfungen in den Schweißlöchern desselben möchten gehoben werden können.

Die oben angeführten Versuche des Hrn. Nollet thaten den englischen Naturforschern, und insbesondere Hrn. Ellicott, keinesweges Genüge. Sie stellten vielmehr zur Widerlegung der Theorie, welche jener aus denselben hergeleitet hatte, Versuche an.

Ellicott bemerkte, daß der Heber, ungeachtet derselbe elektrisirt war, das Wasser nur Tropfenweise herausließ, wenn das Becken, worin das Wasser sich befand, auch noch elektrisirt war.

Zur Erklärung des Lichts, welches in einigen Fällen aus einem unelektrischen Körper, der einem durch Reiben elektrisch gemachten nahe gebracht wird, heraus zu fahren scheint, und welches Nollet für die zufließende Materie hielt, nahm Ellicott an, daß es dasjenige Licht wäre, welches aus dem elektrischen Körper gefahren sey. Bey Erklärung des Freyschwebens der Goldblätter zwischen einer elektrisirten und unelektrisirten Glastafel, muß, nach Ellicott's Theorie, nothwendig vorausgesetzt werden, daß das Goldblättchen der unelektrisirten Tafel allemal näher schwebe, als der elektrisirten.

In seiner Antwort an Nollet bemüht sich Ellicott auch davon eine Erklärung zu geben, warum die aus einem spitzigen Ende des Leiters fahrende elektrische Materie weit merklicher ist, als wenn sich derselbe rund oder platt endigt. Er sagt nämlich, daß die Ausflüsse, indem sie von der Kugel längst dem Leiter hin laufen, um so viel näher an einander gebracht werden, je näher sie der Spitze kommen, mithin daselbst dichter sind, als in irgend einem Theile der Stange. Da folglich das Licht von der Dichtigkeit und Geschwindigkeit der Ausflüsse herrührt, so wird es bloß an der Spitze, und nirgends anders, sichtbar. Dieß ist der erste Versuch, diese Erscheinung zu erklären; allein er ist nicht glücklich ausgefallen.

Des Abts Nollet Versuche mit animalischen und andern organisirten Körpern sind eine lange Zeit

von

von keinem einzigen Elektrisirer wiederholt und weiter verfolgt worden. Die Ursache hievon mochte wohl in dem Umstande liegen, daß sie einen großen Kostenaufwand erforderten. Indessen brachte es Jallabert zu Genf in den Versuchen mit Pflanzen weiter, als Nollet. Er elektrisirte Bouteillen, in welchen die Pflanzen in Wasser wuchsen, und stellte andere Bouteillen, welche Pflanzen von der nämlichen Gattung enthielten, dabey, und glaubte aufs deutlichste wahrgenommen zu haben, daß die elektrisirten Pflanzen allemal weit geschwinder in die Höhe wuchsen, und feinere Stiele, Blätter und Blumen hatten, als die nicht elektrisirten [y]).

Die bisher angeführten Bemühungen der Elektrisirer beweisen zwar, daß die Lehre der Elektricität ungemein schnelle Fortschritte machte, sie zeigen aber auch, daß manche Irrthümer und Täuschungen dabey vorgefallen sind. Indessen sind diese beym damaligen Zustande dieser Lehre noch sehr verzeihlich, da sie bloß von Umständen herrührten, die man übersehen hatte. Allein in den Jahren 1747 und 1748 haben sich verschiedene Naturforscher sogar durch alle äußere Sinne hintergehen lassen. Die Herren Pivati zu Venedig, Verati zu Bologna, Bianchini zu Turin, und Winkler zu Leipzig hatten behauptet, daß, wenn stark riechende Substanzen in gläserne Gefäße eingeschlossen und diese durch Reiben elektrisch gemacht würden, der Geruch und andere medicinische Kräfte durch das Glas hindurch dufteten, die Atmosphäre des Leiters damit anfüllten, und die Kraft allen

y) Experiences sur l'électricité avec quelques conjectures sur la cause des ses effets.

allen Perſonen, welche denſelben berühren, mittheilten; imgleichen, daß dieſe Subſtanzen, wenn ſie von elektriſirten Perſonen in ihren Händen gehalten würden, ihre Kräfte denſelben mittheilten, ſo daß auf ſolche Art Arzneymittel ihre Wirkung verrichteten, wenn ſie gleich nicht innerlich eingenommen würden. Sie behaupteten ſogar, vermittelſt der auf dieſe Art angewandten Elektricität manche Curen verrichtet zu haben. Einige der ſonderbarſten dieſer vermeinten Verſuche ſind folgende.

Joh. Franz Pivati z) meldet, daß ein offenbares Beyſpiel der elektriſchen Kraft ſich an dem Peruvianiſchen Balſam zeige, welcher in einem gläſernen Cylinder dermaßen verſteckt worden war, daß vom Elektriſiren deſſelben nicht der geringſte Geruch auf irgend eine Art zu verſpüren war. Ein Mann, welcher Seitenſchmerzen hatte, legte auf Anrathen eines Arztes Yſop auf die ſchmerzhafte Stelle, näherte ſich dem alſo zubereiteten Cylinder, und ward dadurch elektriſirt. Der Erfolg war, daß, als er nach Hauſe gegangen und eingeſchlafen war, er in einen Schweiß gerieth, und die Kraft des Balſams ſich dermaßen vertheilt hatte, daß auch ſogar ſeine Kleider, das Bette und die Kammer ganz darnach rochen. Nachdem er ſich durch dieſen Schlaf erholt hatte, kämmte er ſein Haar und fand, daß ſich der Balſam durch daſſelbe hindurch gezogen hatte, und daß ſogar der Kamm wohlriechend geworden war.

Den

z) Della elettricita medica lettera del chiariſſimo ſignore gio: *Franciſco Pivati*, al celebre ſignore Franciſco Maria Zanotti. Lucqu. 1747. 8. Riſleſſioni fiſiche ſopra la medicina elettrica. a Veniſ. 1749. in fol.

Den Tag darauf elektrisirte Pivati einen ganz gesunden Menschen auf dieselbe Art, welcher aber von demjenigen, was mit der Elektrisirmaschine vorher vorgenommen war, gar nichts wußte. Als dieser eine Stunde nachher in Gesellschaft gieng, bemerkte er, daß sich eine allmählige Wärme durch seinen ganzen Körper verbreitete, und er ward munterer und lustiger als gewöhnlich. Sein Gesellschafter verwunderte sich über einen Geruch, und konnte nicht begreifen, wo er herrühre; er selbst aber empfand, daß der Dunst aus seinem eigenen Körper aufstieg, worüber er sich ebenfalls sehr verwunderte, weil er nicht den geringsten Verdacht darauf hatte, daß es von der Operation des Herrn Pivati herrühre.

Winkler in Leipzig, welcher eine solche außerordentliche Nachricht nicht gleichgültig betrachtete, ward begierig, die Kraft der Elektricität an gewissen Substanzen auf gleiche Art zu versuchen, und fand, daß der Erfolg dasjenige, was bisher davon bekannt geworden war, völlig bestätigte. Er that gestoßenen Schwefel in eine Glaskugel, und verstopfte sie so fest, daß nicht der geringste Schwefelgeruch zu verspüren war, als sie über dem Feuer umgedreht wurde. Nachdem die Kugel erkaltet war, elektrisirte er sie; hier stieg ein Schwefelgeruch auf, und bey Fortsetzung des Elektrisirens ward die Luft damit so angefüllt, daß derselbe über 10 Fuß weit zu riechen war. Er rief als Zeugen dieser Merkwürdigkeit den Herrn Professor Haubold und verschiedene andere herbey; diese aber wurden durch den Schwefelgeruch vertrieben. Er selbst hielt sich in dieser schwefelichten Atmosphäre etwas länger auf, und sie zog sich in seinen Körper so hinein, daß sein Leib,

Kleid

Kleid und Athem noch am folgenden Tage den Geruch davon behielt.

Hierauf verſuchte Winkler die Wirkung eines angenehmern Geruchs, und füllte die Glaskugel mit Zimmt an. Nachdem er ſelbige, wie vorhet, erwärmt hatte, ward der Zimmtgeruch ſogleich von der Geſellſchaft empfunden, und das ganze Zimmer war in ſehr kurzer Zeit dermaßen davon angefüllt, daß es alle diejenigen, welche hineintraten, ſogleich rochen.

Mit dem Peruvianiſchen Balſam war der Erfolg der nämliche, und ſein Freund Haubold roch, nachdem er die Kraft des Balſams eingeſogen hatte, ſo ſtark darnach, daß, als er zum Abendeſſen gegangen war, er von der Geſellſchaft öfters befragt ward, was für einen guten Geruch er um ſich habe? Als Winkler den Tag darauf Thee trank, empfand er einen ungemein lieblichen ſüßen Geſchmack, welcher von den in ſeinem Munde noch zurück gebliebenen Dünſten des Balſams herrührte.

Nach einigen Tagen, als die Kugel den Balſamgeruch gänzlich verloren hatte, leitete man eine Kette aus dem Kammerfenſter, und führte ſie durch die freye Luft hindurch in ein anderes von jenem ganz abgeſondertes Zimmer. Hier hieng man die Kette auf ſeidenen Schnüren, und gab ſie einem Manne in die Hand, welcher ebenfalls auf ausgeſpannten ſeidenen Schnüren ſtand, und von demjenigen, was man mit ihm zur Abſicht hatte, gar nichts wußte. Nachdem die Elektricität eine Zeitlang erregt worden war, fragte man den Mann, ob er nicht etwas röche? Er antwortete mit Ja, aber er wiſſe nicht wonach es röche. Nachdem man das Elektriſiren ohngefähr 1

Stun-

Stunde lang fortgesetzt hatte, roch das Zimmer so stark darnach, daß der Mann, welcher von dem Balsam nichts wußte, versicherte, daß seine Nase mit einem lieblichen Geruche angefüllt sey, welcher mit dem Geruche einer Art Balsam eine Aehnlichkeit habe. Nachdem er darauf in einem Hause geschlafen hatte, welches von dem Zimmer, wo der Versuch angestellt worden, ziemlich weit entfernt lag, stand er am Morgen ganz munter und vergnügt auf, und empfand in seinem Thee einen lieblichern Geschmack, als gewöhnlich.

Da nun diese und andere ähnliche Versuche dieser Art bekannt wurden, und dem Anscheine nach mit glaubwürdigen Zeugnissen bestätigt waren, so veranlaßte dieß sämmtliche Elektrisirer in Europa, diese Versuche zu wiederholen. Allein sie wollten keinem glücken. Baker gab daher den Rath, daß man alle diese Versuche, so unwahrscheinlich sie auch zu seyn schienen, einer nähern Prüfung unterwerfen möchte. So romanhaft, sagt er, auch diese Dinge zu seyn scheinen, so sollte man sie doch nicht so schlechterdings verachten, ohne einen genauen Versuch gemacht zu haben; denn wir alle erinnerten uns noch sehr wohl, daß jene Erscheinungen in der Elektricität, welche jetzt die gemeinsten und bekanntesten unter uns sind, unserer Vorstellung nach eben so wenig Glauben zu verdienen schienen, als die gegenwärtigen, wovon Nachrichten aus Rom, Venedig und Bologna eingegangen sind, wenn wir nicht selbst Versuche damit angestellt hätten a).

Der Abt Nollet, welchem außerordentlich daran gelegen war, sich von der Wahrheit oder Falschheit

a) Philos. Transact. abridg. Vol. X. p. 406.

heit dieſer ſonderbaren Nachrichten zu verſichern, nahm ſogar deßwegen eine Reiſe durch die Alpen vor, und begab ſich nach Italien, wo er alle diejenigen Herren, die irgend eine Nachricht von dieſen Verſuchen bekannt gemacht hatten, beſuchte. Nachdem nun alle dieſe Verſuche in ſeiner Gegenwart und ſelbſt an ihm mit der größten Sorgfalt wiederholt wurden; ſo kehrte er doch mit der Ueberzeugung wieder zurück, daß die Nachrichten von den Curen ſehr übertrieben geweſen wären, daß er in keinem einzigen Falle einen durch die Zwiſchenräume elektriſch gemachter Glasröhren hindurch duftenden Geruch bemerkt, und daß keine Subſtanz jemals ihre Kraft denjenigen Perſonen mitgetheilt habe, welche, während daß ſie elektriſirt worden, dieſe Röhren bloß in ihren Händen gehalten hätten. Indeſſen zweifelte er daran nicht, daß bey fortgeſetztem Elektriſiren ohne riechende Subſtanzen manche Perſonen merkliche Linderung in verſchiedenen Zufällen empfunden hätten.

Eine nicht geringere Aufmerkſamkeit, als Nollet, zeigten die engliſchen Naturforſcher auf dieſen Gegenſtand. Es war an die königliche Societät ein Bericht von Winkler eingelaufen, worin das Hindurchdunſten der riechenden Subſtanz durch die Zwiſchenräume der durch Reiben elektriſch gemachten Glasröhre durch Verſuche dargethan werden ſollte. Da aber keiner derſelben in England gelingen wollte, ſo ward dem Sekretair aufgegeben, im Namen der Societät an Winkler zu ſchreiben, und ihn zu erſuchen, daß er nicht nur einen umſtändlichen Bericht von ſeinem Verfahren bey Anſtellung der Verſuche, ſondern auch einige Kugeln und Röhren, welche zu dieſem Behuf von ihm ſelbſt zubereitet worden, an dieſelben einzuſchicken die Gütigkeit haben möchte.

Wink-

Winkler sandte dergleichen mit der dazu nöthigen Anweisung wirklich ein, und es wurden die Versuche mit aller nur möglichen Vorsicht in dem Hause des Herrn Watson am 21. Jun. 1751 angestellt. Dabey waren Martin Folkes, Nicolaus Mann, D. Mortimer, Peter Daval, Canton und Schröder, ein Freund von Winkler, gegenwärtig. Aber aller Mühe ungeachtet, welche diese Herren sich gaben, liefen doch die Versuche fruchtlos ab.

Die hinreichendste Widerlegung dieses vermeynten Hindurchdunstens starkriechender Substanzen sowohl, als auch der oben erwähnten medicinischen Wirkungen der Elektricität, wurden unstreitig zu Venedig, dem wahren Orte, wo diese medicinische Elektricität eigentlich ihren Ursprung nahm, gemacht. Die Versuche wurden vom Herrn Bianchini in Gegenwart sehr vieler Zeugen angestellt; allein alle diese Herren sahen sich insgesammt genöthigt, die ganze Sache als falsch zu erklären.

Bose in Wittenberg hatte einen Versuch, welchen er die Beatification nannte, gemacht, und hievon folgende Beschreibung gegeben: wenn bey der Elektrisation große Kugeln gebraucht würden, und die elektrisirte Person auf einem großen Pechkasten stände, so käme nach und nach eine schweifende Flamme aus dem Pechkasten hervor, und schlänge sich um ihre Füße herum; von da liefe sie bis an seine Knie und seinen Leib, bis sie zuletzt nach seinem Kopfe hinaufsteige; wenn man alsdann das Elektrisiren noch weiter fortsetze, so würde das Haupt dieser Person mit einem hellen Scheine, oder einer sogenannten Glorie umgeben, die derjenigen gewisser Maaßen gleichkomme,

komme, welche die Mahler bey Verzierung der Köpfe der Heiligen vorzuſtellen pflegten.

Alle Elektriſirer gaben ſich Mühe, dieſen Verſuch auf gleiche Art anzuſtellen; allein er wollte nicht ſo gelingen, wie Boſe ihn beſchrieben hatte. Unter allen gab ſich Watſon in England die meiſte Mühe. Er hielt die Operation verſchiedene mal in eigener Perſon aus, und ſtand auf elektriſchen Körpern, welche 3 Fuß hoch waren. Bey recht ſtarkem Elektriſiren empfand er ein Kribbeln an der Haut ſeines Kopfes und in verſchiedenen Theilen ſeines Körpers, oder eine Empfindung, welche mit derjenigen eine Aehnlichkeit hat, als wenn eine Menge Inſekten zu gleicher Zeit über ihm hinweg kröche; auch bemerkte er, daß dieſe Empfindung allemal an denjenigen Theilen ſeines Körpers am ſtärkſten war, welche ſich einem unelektriſchen Körper am nächſten befanden; allein ein Licht an ſeinem Kopfe zeigte ſich durchaus nicht, obgleich der Verſuch verſchiedene mal im Finſtern und anhaltend gemacht ward.

Als endlich Watſon dieſer Verſuche überdrüſſig geworden war, ſchrieb er an Herrn Boſe, und erſah aus deſſen Antwort, daß die ganze Sache ein bloßer Betrug geweſen ſey. Boſe geſtand aufrichtig, daß er ſich eines ganzen Harniſches bedient hätte, welcher mit verſchiedenen ſtählernen Zierraten ausgeſchmückt war, deren einige wie Nägel zugeſpitzt, andere wie Keile geſtaltet, und noch andere pyramidal geweſen wären, und daß, als die Elektriſation ſehr ſtark geweſen, die Ränder des Helms Strahlen von ſich gegeben hätten, welche mit denjenigen, die man um die Köpfe der Heiligen zu mahlen pflegt, einige Aehnlichkeit

gehabt

gehabt hätten. Und hierin bestand seine ganze so sehr berühmte Beatifikation.

Poncelet will doch an einem Menschen mit kurzen Haaren die Beatifikation ohne metallene Spitzen bewirkt haben.

Bose, welcher bey seinen Versuchen eine eigene Begierde nach etwas Geheimnißvollen und Wunderbaren gehabt zu haben schien, gab der königlichen Societät zu London Nachricht von einem Versuch, die Pole eines natürlichen Magneten umzukehren, ihre Kraft zu zerstören, und dieselbe wieder herzustellen; die eigentliche Methode beschreibt er aber nicht. Dieser Versuch hat aber in England Niemanden gelingen wollen.

Auch scheint bey einem gewissen Versuche, wovon Hales der königl. Societät in diesem Jahre Nachricht ertheilte, einiger Betrug vorgegangen zu seyn, da er nämlich den elektrischen Funken aus warmem Eisen von einer hellen lichten Farbe, aus warmem Kupfer grün, und aus einem warmen Ey von einer gelblichen Flammenfarbe wahrgenommen zu haben versichert. Diese Versuche schienen seiner Meynung nach anzuzeigen, daß einige Theilchen dieser verschiedenen Körper durch den elektrischen Funken zugleich mit hinweggeführt werden, wodurch diese verschiedene Farben zum Vorschein kommen.

Von einem andern merkwürdigen Versuche findet man in einem Aufsatze, der der königl. Societät am 29. May 1748 vorgelesen ward, Nachricht: Es soll nämlich durch einen elektrischen Funken ein barchentner Ueberrock an dem Sohne eines gewissen Robert Roche entzündet worden seyn, als selbiger um

eines gewiſſen Zufalls willen elektriſirt ward. Dieſer Verſuch ward wiederholt, und er hatte denſelben Erfolg, wie das erſte mal, wo es bloß etwas Zufälliges war.

Verſuche und Entdeckungen des Herrn Franklin und ſeiner Zeitgenoſſen in der Lehre der Elektricität.

Gerade um die Zeit, da man ſich in Europa mit den wichtigſten Entdeckungen in der Lehre der Elektricität ſehr eifrig beſchäftigte, verfolgte D. Franklin in Amerika ebenfalls dieſe Lehre, und bereicherte ſie mit ungemein wichtigen Entdeckungen, welche ſeine New experiments and obſervations en electricity, made at Philadelphia in America enthalten, und welche er in verſchiedenen Briefen an Herrn Peter Collinſon zu London, Mitglied der königl. Geſellſchaft, deren erſterer vom 28. Jul. 1747, und letzterer vom 18. April 1754 datirt iſt, mitgetheilt hat.

Nichts iſt über die Materie der Elektricität jemals geſchrieben worden, was mehr geleſen und in allen Theilen von Europa bewundert ward, als dieſe Briefe. Faſt in alle Europäiſche Sprachen wurden ſie überſetzt, und zuletzt kam ſelbſt noch eine lateiniſche Ueberſetzung zum Vorſchein.

Indeſſen ſcheint Franklin im Auslande weit berühmter geworden zu ſeyn, als in ſeinem Vaterlande, und ſein Ruhm wurde durch ſeine Freunde und beſonders durch die Einwendungen, welche der Abt Nollet gegen ſeine Theorie machte, ungemein vermehrt.

Die erſte Gelegenheit, wodurch Franklin in Frankreich berühmt ward, war eine ſchlechte Ueberſetzung

setzung seiner Briefe, welche dem Herrn von Buffon in die Hände gefallen war. Dieser Herr, nachdem er Franklin's Versuche mit glücklichem Erfolge wiederholt hatte, vermochte einen Freund von ihm, dem Herrn Dalibard, dahin, die Uebersetzung aufs neue durchzusehen und zu berichtigen, welche nachher nebst einer kurzen vorgesetzten Geschichte der Elektricität gedruckt, und durchgängig mit allgemeinem Beyfalle aufgenommen ward. Was zu dem erwünschten Fortgange dieser Bekanntmachung, und des Herrn Franklin's Grundsätze in Frankreich in Ansehen zu bringen, nicht wenig beytrug, ward dieß, daß ein Freund des Hrn. Dalibard Franklin's Versuche für Geld sehen ließ.

Franklin hatte, so wie auch D. Watson, entdeckt, daß die elektrische Materie nicht aufs neue hervorgebracht, sondern aus den benachbarten unelektrischen Körpern vermittelst des Reibens gesammelt würde. Er hatte bemerkt, daß es einem Menschen nicht möglich war, sich selbst zu elektrisiren, wenn er gleich auf Glas oder Wachs stand; sondern, daß die Röhre ihm nicht mehr Elektricität mitzutheilen vermögend war, als dieselbe beym Reiben von ihm bekommen hatte. Er nahm wahr, daß, wenn zwey Personen auf Wachs standen, wovon die eine die Röhre rieb und die andere den Funken daraus annahm, sie beyde elektrisirt wurden; daß, wenn sie nach der Operation einander berührten, ein stärkerer Funken zwischen ihnen zum Vorschein kam, als wenn ein anderer eine von ihnen berührte; und daß ein solcher Funken die Elektricität von beyden hinweg nahm.

Diese Versuche brachten Franklin auf den Gedanken, daß die elektrische Materie von derjenigen

Perſon, welche die Röhre rieb, zu derjenigen, welche ſie berührte, geleitet würde, wodurch einige Ausdrücke und Redensarten in die Elektricität eingeführt wurden, welche vorher nie gebräuchlich geweſen waren, und welche man ſeitdem beybehalten hat. Diejenige Perſon, welche die Röhre berührte, ward nach Franklin's Ausdruck auf eine poſitive oder mehrere Art elektriſirt, indem ſie, ſeiner Meynung nach, einen Zuſatz von elektriſcher Materie bekam; dahingegen diejenige Perſon, welche die Röhre rieb, ſeiner Vorſtellung nach, auf eine negative oder geringere Art elektriſirt ward; indem er annahm, daß dieſelbe einen Theil ihrer natürlichen Quantität der elektriſchen Materie verloren hätte. Dieſe Bemerkung leitete Franklin auf eine Hauptentdeckung, welche den Leydenſchen Verſuch betrifft. Sie beſteht darin, daß, wenn die eine Seite des Glaſes auf eine poſitive Art elektriſirt geweſen iſt, die andere auf eine negative Art elektriſirt war, ſo daß, was für eine Menge von elektriſcher Materie auch nach der einen Seite des Glaſes hingebracht wird, eben ſo viel auch aus der andern herausgezogen wird; daß in der Phiole, nachdem ſie geladen worden, wirklich nicht mehr elektriſche Materie vorhanden ſey, als zuvor; und daß alles, was durch Laden geſchehen könne, nur darin beſtehe, daß man ſie von der einen Seite hinweg ziehe, und nach der andern hin leite. Auch nahm Franklin wahr, daß Glas keine Elektricität hindurch laſſe, und daß daher, weil das Gleichgewicht in der geladenen Phiole durch keine inwendige Mittheilung wieder hergeſtellt werden konnte, dieſes durch auswendige Leiter, welche die in- und auswendige Seite mit einander verbinden, geſchehen müßte.

Die-

Diese Hauptentdeckung machte er bey der Gelegenheit, da er bemerkte, daß, wenn eine Phiole geladen war, eine an einem seidenen Faden hängende Korkkugel von dem äußern Ueberzuge angezogen ward, wenn sie von einem mit der inwendigen Seite communicirenden Drathe zurückgestoßen ward; daß sie hingegen von der auswendigen Seite zurückgestoßen ward, wenn sie von der inwendigen angezogen worden war. Die Richtigkeit dieses Grundsatzes erhellte noch deutlicher, als er den Knopf des mit dem auswendigen Ueberzuge verbundenen Draths wenige Zolle von dem mit dem inwendigen Ueberzuge verbundenen Drathe anbrachte, und eine Korkkugel dazwischen hieng; denn alsdann ward die Kugel von ihnen abwechselnd angezogen, so lange bis die Phiole entladen war.

Die Naturforscher in Europa hatten beobachtet, daß eine Phiole nicht geladen werden konnte, wofern nicht ein Leiter die auswendige Seite berührte. Franklin machte diese Beobachtung allgemeiner, und konnte auch dieselbe besser erklären. Da keine elektrische Materie, sagt er, mehr in die inwendige Seite einer Phiole hinein gebracht werden kann, wenn alle aus der auswendigen Seite herausgetrieben ist; so kann auch in einer noch nicht geladenen Phiole nichts inwendig hinein gebracht werden, wenn nichts von auswendig heraus gebracht werden kann. Auch zeigte er durch einen schönen Versuch, daß, wenn die Phiole geladen war, bey Wiederherstellung des Gleichgewichts die eine Seite gerade so viel verlor, als die andere gewann. Als er einen dünnen Zwirnsfaden nahe an den Ueberzug einer elektrisirten

Phiole gehängt hatte, bemerkte er, daß allemal, ſo oft er ſeinen Finger nahe an den Drath brachte, der Faden von dem Ueberzuge angezogen ward. Denn, als durch Berührung des Draths das Feuer von inwendig herausgezogen ward, zog die auswendige Seite gerade eben ſo viel durch den Faden in ſich.

Er fand, daß beym Entladen der Phiole die eine Seite gerade eben ſo viel hergab, als die andere annahm, indem er die Perſon auf elektriſche Subſtanzen ſtellte, und dieſelbe die Phiole durch ihren Körper entladen ließ; wo er wahrnahm, daß bey derſelben nach geſchehenem Entladen keine Elektricität zurückblieb. Auch hieng er Korkkügelchen an einen iſolirten Leiter zur Zeit der Entladung einer daran hangenden Phiole, und bemerkte, daß, wenn ſie nicht vorher, ehe der elektriſche Schlag geſchah, zurückfuhren, ſie auch weder während dem Schlage ſelbſt noch nachher zurückgefahren ſind. Der Verſuch aber, welcher zum vollſtändigen Beweiſe diente, daß der Ueberzug an der einen Seite gerade eben ſo viel annahm, als von der Entladung der andern herausgelaſſen ward, war folgender: Er iſolirte eine reibende Perſon, hieng alsdann eine Phiole an ſeinen Leiter, und fand, daß dieſe nicht geladen werden konnte, wenn er auch ſeine Hand beſtändig daran hielt, weil, ungeachtet die elektriſche Materie die auswendige Seite der Phiole verließ, doch durch die reibende Perſon keine geſammlet war, welche nach der inwendigen Seite hätte geleitet werden können. Hierauf nahm er ſeine Hand von der Phiole hinweg, machte mittelſt eines Draths eine Verbindung von dem auswendigen Ueberzuge nach der iſolirten reibenden Perſon, und fand, daß ſie ſich alsdann leicht laden ließ. In

diesem Falle war offenbar, daß eben diese Materie, welche den auswendigen Ueberzug verließ, mittelst der reibenden Person, der Kugel, des Leiters und des Draths der Phiole nach der inwendigen Seite geleitet ward.

Franklin's neue Theorie wegen der Ladung der Leydner Flasche führte ihn zur Beobachtung einer größern Menge von Erscheinungen, das Laden sowohl als das Entladen derselben betreffend, als andere Naturforscher wahrgenommen hatten. Er fand, daß die Phiole eben so stark elektrisch ward, wenn sie an dem Henkel gehalten, und der Ueberzug an die Kugel oder an die Röhre gelegt ward, als wenn dieselbe an dem Ueberzuge gehalten, und der Henkel an die Kugel der Röhre gelegt worden wäre; und daß mithin derselbe Schlag und dieselbe Erschütterung erfolgte, wenn die elektrisirte Phiole in der einen Hand am Henkel gehalten, und der Ueberzug mit der andern berührt ward, als wenn sie am Ueberzuge gehalten, und am Henkel berührt worden wäre. Um die geladene Phiole mit Sicherheit am Henkel zu halten, und ihre Kraft nicht zu schwächen, fand er, daß es nöthig war, sie vorher auf Körper, welche an und für sich elektrisch sind, niederzusetzen.

Wenn jemand zwey Phiolen in seiner Hand hielt, wovon die eine völlig und die andere nicht völlig elektrisirt war, und ihre Henkel nahe an einander brachte, so bemerkte Franklin, daß er nur einen halben Schlag empfand; denn die beyden Phiolen blieben nur halb elektrisch, indem die eine halb geladen, und die andere halb entladen war.

Wenn zwey Phiolen beyderseits durch ihre Henkel geladen waren, und eine Korkkugel an einem seidenen Faden zwischen denselben gehängt ward, so ward die Kugel von beyden zuerst angezogen, und nachher zurückgestoßen. Waren sie hingegen elektrisch gemacht worden, und zwar die eine durch den Drath und die andere durch den Ueberzug, so spielte die Kugel zwischen beyden lebhaft, so lange bis sie beynahe entladen waren. Damals gab Franklin nicht darauf Acht, daß, wenn beyde Phiolen durch ihre Ueberzüge geladen waren, die Kugel von ihnen beyden zurückgestoßen ward, gleich als wenn sie mehr elektrisch geworden wären. Und als er nachher wahrnahm, daß zwey weniger elektrisch gemachte Körper einander zurückstießen, so schien er über diese Erscheinung in Erstaunen gesetzt worden zu seyn, und er gestand, daß er keinen hinreichenden Grund davon angeben könnte.

Es war einem jeden Elektrisirer bekannt, daß eine inwendig feucht gemachte Kugel oder Röhre wenig oder gar kein elektrisches Feuer gebe; es war aber kein gehöriger Grund davon angeführt worden, ehe Franklin eine Erklärung davon versuchte. Er sagt, daß, wenn eine mit einiger unelektrischen Materie überzogene Röhre gerieben wird, dasjenige, was sich aus der Hand durch das Hinabstreichen sammlet, sich in die Zwischenräumchen des Glases hinein begebe und eine gleiche Quantität aus der innern Oberfläche in den unelektrischen Ueberzug hinein treibe; und daß die Hand beym Hinauffahren, um einen zweyten Strich zu verrichten, dasjenige wieder heraus ziehe, was in die auswendige Oberfläche hinein gebracht worden, und die innere Oberfläche zu derselben

Zeit

Zeit dasjenige wieder in sich zurücknehme, was sie an den unelektrischen Ueberzug abgeliefert hatte, so daß bey jedem Striche, welchen die Röhre bekommt, das elektrische Fluidum sich in ihre Zwischenräumchen bald hinein, bald wieder heraus begiebt.

Wenn unter solchen Umständen ein Drath in die Röhre gelegt ward, so bemerkte er, daß sie geladen ward, wenn jemand unterdessen den Drath berührte, da ein anderer die Röhre rieb, und seinen Finger wieder zurückzuziehen suchte, sobald der von inwendig herausgelockte Funken getroffen haben würde.

Bey einer Röhre, aus welcher die Luft herausgezogen war, bemerkte er, daß ein von einem Drathe berührter unelektrischer Ueberzug gar nicht nöthig war; sondern daß im luftleeren Raume das elektrische Feuer ohne Beyhülfe eines unelektrischen Leiters aus der innern Oberfläche ungehindert herausfuhr.

Aus demselben Grundsatze erklärte Franklin die Wirkungen eines durch Reiben elektrisch gemachten Körpers, welche durch das Glas hindurch in dem luftleeren Raume jenseits demselben beobachtet werden. Die Röhre und deren elektrisch gemachte Atmosphäre, wenn sie nahe an ein gläsernes Gefäß gebracht werden, treiben die elektrische Materie von der innern Oberfläche des Glases zurück; und die aus der innern Oberfläche herausfahrende Materie wirkt auf leichte Körper in dem luftleeren Raume, sowohl bey ihrem Herausfahren aus dem Glase, als auch bey ihrem Zurückgehen nach demselben, wenn der elektrisch gemachte Körper von der äußern Seite zurückgezogen wird.

Ferner ward Franklin durch dieſen Grundſatz auf den Gedanken geleitet, verſchiedene Phiolen zugleich auf einmal zu laden, indem er die auswendige Seite der einen mit der inwendigen Seite einer andern verband, um dadurch zu bewürken, daß die elektriſche Materie, welche aus der erſtern herausgetrieben ward, von der zweyten aufgenommen, und diejenige, welche aus der zweyten entwich, von der dritten aufgenommen würde u. ſ. f. Durch dieſes Mittel fand er, daß ſich eine ziemliche Anzahl Flaſchen durch einerley Mühe ſo gut wie eine einzige laden ließ; und zwar, daß ſie ſich in gleicher Stärke laden ließen, wofern nicht jede Flaſche mit einigem Widerſtande neue elektriſche Materie in ſich nähme, und ihre alte verlöre. Dieſer Widerſtand, ſagt er, wird bey einer Menge Flaſchen mehr der ladenden Kraft gleich, und auf ſolche Art wird die elektriſche Materie nach der Kugel weit geſchwinder wieder zurückgetrieben, als es bey einer einzigen Flaſche geſchehen würde. Hiernach errichtete Franklin eine elektriſche Batterie, welche aus 11 großen viereckten Glasſcheiben beſtand, die an jeder Seite eingefaßt und dergeſtalt mit einander verbunden waren, daß bey dem Laden der einen zugleich alle geladen wurden. Nachdem er hierauf ein Mittel gefunden hatte, einen Drath um die von ſich gebenden Seiten, und einen andern Drath um die in ſich nehmenden Seiten herum zu bringen, ſo vereinigte er die Kraft ſämmtlicher Scheiben, und ließ ſie alle auf einmal entladen.

Beym Anfange ſeiner Verſuche mit der Leydner Flaſche glaubte er, daß das elektriſche Fluidum insgeſammt in die Subſtanz des mit dem Glaſe in unmittelbarer Berührung ſtehenden unelektriſchen Körpers

pers hinein gedrängt würde; er fand aber nachher, daß die den erschütternden Schlag hervorbringende Kraft in dem Glase selbst und nicht in dem Ueberzuge läge, aus folgender sinnreichen Zergliederung der Flasche. Er stellte die geladene Flasche auf Glas; alsdann zog er zuerst den Kork und den Drath heraus, und fand, daß die Kraft nicht darin läge. Er berührte den äußern Ueberzug mit der einen Hand, und steckte den Finger der andern in die Oeffnung der Flasche; da er dann den Schlag eben so stark fühlte, als wenn der Kork und Drath darin gewesen wären. Hierauf lud er die Phiole von neuem, und goß das Wasser heraus in eine leere isolirte Flasche, in der Hoffnung, daß, wenn die Kraft in dem Wasser läge, dasselbe den Stoß hervorbringen würde; allein er fand, daß es keinen hervorbrachte. Hiernach urtheilte er, daß das elektrische Feuer entweder beym Abgießen des Wassers verloren gegangen, oder aber noch in der Flasche zurückgeblieben seyn müßte. Das letztere fand er als richtig. Denn als er die geladene Flasche mit frischem Wasser anfüllte, fühlte er den Stoß, und es war ihm lieb, daß er nunmehr wußte, daß die Kraft, welche denselben hervorbrachte, in dem Glase selbst säße.

Franklin machte dieselben Versuche mit Glasscheiben, indem er den Ueberzug nur obenhin darauf brachte und denselben veränderte, so wie er vorher das Wasser in der Flasche verändert hatte. Der Erfolg war jedesmal derselbe. Dieser Versuch ist wichtiger, als der erstere; indem, wenn gleich das Wasser ausgegossen wird, doch noch ein kleiner Ueberzug von Flüssigkeit zurück bleibt, den man als die wirkende Ursache des erschütternden Schlages ansehen kann.

Daß

Daß das elektriſche Feuer wirklich im Glaſe ſich befinde, erhellte noch mehr aus der Betrachtung, daß, wenn Glas vergoldet war, das Entladen deſſelben ein rundes Loch verurſachte, wodurch ein Theil der Vergoldung abgeriſſen ward, welches, nach ſeiner Meynung, einzig und allein durch das aus dem Glaſe durch die Vergoldung gedrungene elektriſche Feuer verurſacht ſeyn konnte. Ferner meldet er, daß, wenn die Vergoldung überdieß mit Terpentin überzogen war, dieſer Firniß, ungeachtet er trocken und hart war, von dem durch denſelben hindurch getriebenen Funken verbrannte, indem er einen ſichtbaren Rauch und einen ſtarken Geruch nachließ. Imgleichen, daß, wenn man einen Funken durch Papier hindurch ſchlagen ließ, daſſelbe von dem Rauche ſchwarz anlief, welcher ſich bisweilen ſogar durch verſchiedene Blätter hindurch zog, und daß ein Theil der abgeſtoßenen Vergoldung in das durch den Schlag verurſachte Loch in dem Papiere mit Gewalt hineingetrieben gefunden wurde. Auch hatte er beobachtet, wenn eine dünne Flaſche durch eine Ladung zerbrach, daß das Glas zu gleicher Zeit nach innen zerbrach, wenn die Vergoldung nach außen hin zerriſſen wurde.

Zuletzt entdeckte Franklin, daß verſchiedene Subſtanzen, welche die Elektricität überhaupt abzuleiten geſchickt waren, den Schlag von einer geladenen Phiole nicht leiten wollten. Ein naſſer Bindfaden z. B. will doch bisweilen keinen Schlag fortleiten, ungeachtet derſelbe die Elektricität ſehr gut hindurchläßt. Eine gleiche Beſchaffenheit hatte es auch mit einem Eiskuchen. Trockne Erde, welche in eine Glasröhre zu feſt hineingeſtampft war, leitete einen Schlag

ganz und gar nicht ab, da sie doch wirklich die Elektricität, wiewohl nur sehr unvollkommen, ableitete.

Eine Hauptentdeckung des Hrn. Franklin, welche er in Ansehung der Elektricität machte, war die der völligen Aehnlichkeit zwischen der Elektricität und dem Blitze. Jedoch finden sich schon vor Franklin einige Bemerkungen verschiedener Naturforscher von der Gleichförmigkeit der elektrischen Kraft und des Blitzes, welche hier angeführt zu werden verdienen. Nach dem Herrn Gray war Desaguliers der erste [b]), welcher etwas ausführlich von diesem Gegenstande geschrieben hat, da, wo er in seiner Naturlehre von dem Aufsteigen der Dünste vermöge der elektrischen Kraft handelt. Die Luft, sagt er, ist für sich elektrisch, weil sie den Körpern, die man durch Reiben elektrisirt, die elektrische Kraft nicht raubt. Sie theilt den durch die Wärme aufgetriebenen Wassertheilchen ihre Elektricität mit, und treibt sie sogleich darauf wieder von sich. Wie nun diese elektrisirten Wassertheilchen gleichfalls einander unter sich zurücktreiben, so wird die Luft von ihrer innerlichen Feuerkraft ausgebreitet, speecifisch leichter, und steigt solchergestalt höher auf, wobey sie alle elektrische Wasserdünste mit sich in die Höhe führt, die sich daselbst in große elektrische Wolken sammlen, welche ihr Wasser fallen lassen, sobald die Luft, in der sie schweben, einige schnelle Veränderungen leidet. Die übrigen Ausdünstungen, welche von Körpern aufsteigen und durch Reiben elektrisch werden, haben schon für sich selbst die elektrische Kraft, daher sie auch die Luft auf eben die Art ausbreiten, und höher hinauf geführt werden. Wenn diese Ausdünstungen von solchen Kör-

b) Cours de philos. exper. T. II. p. 357. 374.

Körpern aufſteigen, die durch Reiben entgegengeſetzte Elektricitäten bekommen, ſo haben auch die daraus entſtehenden Wolken entgegengeſetzte elektriſche Kräfte. Beſteht eine Wolke aus Schwefeldünſten, die andere aus Salpeterdünſten, ſo werden ſich dieſe Wolken gegen einander ziehen, und eine ſtarke Gährung nebſt Blitz und Donner verurſachen.

Nachdem die großen Wirkungen der Leydner Flaſche näher unterſucht wurden, ſo fieng man noch mehr an, den Blitz für eine ähnliche Wirkung mit der Elektricität zu halten. So ſagt der Abt Nollet c): ſollte ſich jemand vornehmen, durch eine mit hinlänglichen Erſcheinungen verſehene Vergleichung zu beweiſen, daß der Donner unter den Händen der Natur eben das ſey, was die Elektricität unter den unſrigen iſt, daß dieſe Wunder, womit wir jetzt nach unſerm eigenen Gutdünken ſchalten, kleine Nachahmungen von denjenigen ſtarken Wirkungen ſind, die uns ſo ſehr erſchrecken, und daß alles von einerley Mechanismus herrühre: ſollte man ferner zeigen, daß eine durch die Wirkſamkeit der Winde, durch die Hitze, die Vermiſchung der Dünſte u. ſ. w. zubereitete Wolke, wenn ſie einem irdiſchen Objekte gerade entgegen ſteht, eben das ſey, was der elektriſche Körper bey der Gegenwart und einer gewiſſen Annäherung desjenigen iſt, den man noch nicht elektriſirt hat; ſo geſtehe iſt, daß mir dieſer Beweiß, wenn er mit guten Gründen unterſtützt ſeyn ſollte, ungemein wohl gefallen würde: und wie viele ſcheinbare Beweiſe ſtellen ſich nicht einem Manne dar, der eine

c) Leçons de phyſique Vol. IV. p. 34. Vorleſungen über die Experimentalnaturlehre. Th. IV. Erf. 1751. 8. S. 730—732.

ne vollkommene Erfahrung in der Elektricität erlangt hat. Die allgemeine Gegenwart der Elektricität, ihre schnelle Wirkung, ihre Brennbarkeit, und ihre Kraft, andere Materien zu entzünden; die Eigenschaften, welche sie hat, die Körper äußerlich und innerlich bis auf ihre kleinsten Theile zu erschüttern; das ganz sonderbare Beyspiel, welches wir von dieser Wirkung an dem Leydenschen Versuche haben; die Vorstellung, welche man sich billig davon machen kann, wenn man dabey einen größern Grad der elektrischen Kraft voraussetzt, und noch anders mehr: alle diese Stücke der Aehnlichkeit, die ich seit einiger Zeit in Ueberlegung gezogen habe, bewogen mich, nach und nach zu glauben, daß man sich von dem Donner und Blitze, wenn die Elektricität zum Muster genommen wird, weit richtigere und wahrscheinlichere Vorstellungen machen könne, als von allen dem, was man sich bisher eingebildet hat u. s. f. Diese Muthmaßung über die Aehnlichkeit des Blitzes mit dem elektrischen Funken ward im Jahr 1746 von Herrn Winkler in Leipzig zuerst als eine unläugbare Wahrheit sehr überzeugend bewiesen. Eine Schrift [d]), worin sich ein eigenes Kapitel findet: ob Schlag und Funken der verstärkten Elektricität eine Art des Blitzes und Donners sind? und worin die Frage bejaht und der einzige Unterschied in die Stärke gesetzt wird, ist ein hinreichender Beweis, daß Winkler die Aehnlichkeit des Blitzes mit der Elektricität ausdrücklich angeführt hat. Er selbst führt in einem Programm [e]) an, daß vor ihm noch keiner behauptet habe,

d) Von der Stärke der elektrischen Kraft des Wassers in gläsernen Gefäßen. Leipz. 1746. 8.

e) De avertendi fulminis artificio. Lipſ. 1753.

be, daß der Blitz und der elektrische Funken völlig übereinstimme. Indessen ist nicht zu läugnen, daß Franklin der erste war, welcher eine Methode vorschlug, diese Meynung als wahr zu beweisen, da er, wie sich Nollet ausdrückt, den kühnen Gedanken verfolgte, den Blitz vom Himmel herabzubringen, indem er glaubte, daß spitzige eiserne Stangen, wenn sie in der Luft zu der Zeit, wenn die Atmosphäre mit Blitz geladen war, aufgesteckt würden, die Materie des Donners aus derselben herabziehen, und sie ohne Getöse und Gefahr in den unermeßlichen Körper des Erdbodens entladen würden, woselbst sie gleichsam als verschlungen zurückbleiben würde.

Um seine großen Absichten auszuführen, stellte Franklin zuerst Versuche mit spitzigen Körpern an. Er war der erste, welcher die vollkommene und wunderbare Wirkung spitziger Körper, sowohl in Herbeylockung, als auch Ableitung des elektrischen Feuers, wahrnahm.

Es war nur noch ein kleiner Schritt bis zur Entdeckung der Wirkung spitziger Körper zu thun, als Carl August von Bergen f), Prof. der Medicin zu Frankfurth an der Oder, bemerkte, daß die mitgetheilte Elektricität desto stärker und empfindlicher sey, je ebener und polirter die Fläche der Körper ist. Von Bergen hatte sich vergebens bemüht, mit einer unpolirten eisernen Stange die leicht feuerfangenden Spiritus zu zünden; sobald er aber mit dem bloßen Degen den Versuch anstellte, hat er im Augenblicke den Weingeist, wenn er auch nicht sehr rectificirt gewesen war, und andere Spiritus entzünden können.

Jal-

f) Gralath Geschichte der Elektricität. Abschn. III. S. 378.

Jallabert war der erste, welcher bemerkte, daß ein an dem einen Ende spitziger und an dem andern Ende runder Körper verschiedene Erscheinungen bey einem und demselben Körper hervorbrachte, nachdem entweder das spitzige oder das runde Ende demselben nahe gehalten ward. Diese Wirkung war aber doch, wie Nollet [g]) versichert, welcher bey dem Versuche gegenwärtig war, nicht beständig; und es ward nichts daraus geschlossen. Er gesteht selbst, daß Franklin der erste gewesen sey, welcher die Eigenschaft gezeigt habe, daß spitzige Körper die Elektricität weit kräftiger und in größern Entfernungen anzögen, als andere Körper es zu thun vermöchten [h]). Ellicott [i]), welcher Jallaberts Versuch mit den Spitzen von Nollet erfahren hatte, suchte schon im Jahr 1747 eine Erklärung davon zu geben. Alles dieß war aber noch so unvollkommen, daß es mit Franklin's Entdeckungen hierüber gar nicht in Vergleichung kommen kann.

Franklin giebt als Entdecker der erwähnten Eigenschaft der Spitzen seinen Freund Thomas Hopkinson an, der eine eiserne Kugel mit einer daran befestigten Nadel — um seiner Meynung nach die Elektricität in der Spitze zu concentriren — elektrisirt, aber zu seinem Erstaunen gar keine Elektricität darin gefunden habe. So erzählt er die Sache

g) Lettres sur l'électricité. Vol. I. Paris 1753. 12. p. 130.

h) Recherches sur les cauſes partuc. des phénom. électr. Paris 1749. 12. p. 146.

i) Philoſ. Tranſact. Vol. XLV. for 1784. n. 486. p. 210.

che in der neuern Ausgabe ſeiner Verſuche [k]), da er in den ältern [l]) dieſer wunderbaren Kraft der Spitzen in Ableitung und Ausſtrömung der Elektricität bloß als einer gemeinſchaftlichen Entdeckung ſeiner Freunde in Amerika gedacht hatte.

Franklin ſuchte die Wirkung zugeſpitzter Körper dadurch zu erklären, daß er annahm, das Anziehen, wodurch die elektriſche Materie an den Körper gehalten werde, ſey gering, weil die Grundfläche, worauf dieſe Materie auf der Spitze eines elektriſirten Körpers ruhe, gering ſey; und daß aus demſelben Grunde der Widerſtand gegen den Eintritt der elektriſchen Materie verhältnißmäßig an dieſem Orte ſchwächer ſey, als da, wo die Oberfläche breit ſey. Er geſteht aber, daß er mit dieſem Satze nicht völlig zufrieden ſey.

Franklin fängt ſeine Nachricht von der Aehnlichkeit der elektriſchen Flüſſigkeit mit dem Blitze damit an, daß er ſeine Leſer warnt, ſich durch den großen Unterſchied der Wirkungen in Anſehung des Grades nicht irre machen zu laſſen, indem in Anſehung ihrer innern Beſchaffenheit ſelbſt weiter keine Unähnlichkeit ſtatt finde. Es iſt gar kein Wunder, ſagt er, wenn die Wirkungen des einen ſo viel größer ſind, als die Wirkungen des andern. Denn wenn zwey elektriſirte Flintenläufe auf 2 Zoll weit einen Eindruck verurſachen, und einen lauten Knall hervorbringen: wie unendlich weiter müſ-

k) New exper. and obſervat. on electricity. Lond. 1769. 4. p. 5.

l) Franklin's Briefe durch Wilke überſetzt. II. Brief an Collinſon v. 1. Sept. 1747. S. 14.

müssen nicht hunderttausend elektrische Morgen treffen und ihr Feuer von sich geben, und wie laut muß nicht der Knall davon seyn!

Seine Bemerkungen, die er vom Blitze anführt, sind folgende:

1. Man sieht gemeiniglich die Blitze in der Luft krumm herum und wellenförmig laufen. Eine gleiche Bewandtniß hat es allemal, sagt er, mit dem elektrischen Funken, wenn derselbe aus einem irregulairen Körper in einiger Entfernung hervorgelockt wird.

2. Blitze treffen die höchsten und spitzigsten Gegenstände auf ihrem Wege weit eher, als andere, z. B. hohe Hügel und Bäume, Thürme, spitzige Säulen, Schiffsmaste, Spitzen von Bergen u. d. gl. Eben so pflegen auch spitzige Leiter das elektrische Fluidum weit geschwinder in sich zu nehmen, oder von sich zu lassen, als diejenigen, welche sich in breite Oberflächen endigen.

3. Man bemerkt, daß der Blitz den leichtesten und besten Leiter ergreift, ein gleiches thut die Elektricität bey der Leydner Flasche. Aus diesem Grunde nimmt Franklin an, daß es bey einem Donnerwetter weit sicherer sey, nasse Kleider anzuhaben, als trockene, indem der Blitz alsdann großentheils durch das Wasser aus dem auswendigen Theile des Leibes nach dem Erdboden zu fortgeführt werde. Man findet, sagt er, daß wohl eine trockene Ratze durch die Explosion der elektrischen Flasche getödtet werden könne; eine nasse aber nicht.

4. Der Blitz sengt eben so wie die Elektricität. Franklin versichert, daß er damit hartes trockenes Harz, unerwärmte Spiritus, und sogar Holz habe

in Brand bringen können. Er ſagt, daß er Schießpulver bloß dadurch entzündet habe, daß er es in eine Patrone feſt eingeſtampft, in jedes Ende derſelben ſpitzige Drathe hineingeſteckt, dieſe einen halben Zoll weit von einander gebracht, und alsdann einen elektriſchen Schlag durch dieſelben habe hindurch fahren laſſen.

5. Der Blitz bringt bisweilen Metalle zum Schmelzen. Ein gleiches thut die Elektricität. Die Methode, wodurch Franklin die Metalle vermittelſt der Elektricität zum Schmelzen brachte, beſtand darin, daß er dünne Stücke derſelben zwiſchen zwey feſt zuſammen gebundene Glasſcheiben legte, und einen elektriſchen Schlag durch dieſelben hindurch gehen ließ. Bisweilen ward dasjenige Stück Glas, wodurch ſie an einander gehalten wurden, durch die Entladung in Stücke zerſchmettert, und zerfiel in eine Art von grobem Sand, dergleichen ſich einſtmals mit Stücken von einem dicken Spiegel ereignete; blieben ſie aber ganz, ſo ward das Stück Metall an verſchiedenen Orten, wo es zwiſchen denſelben gelegen hatte, vermißt, man fand an deſſen ſtatt einen metalliſchen Fleck an beyden Gläſern, und die Flecke an dem obern und untern Glaſe waren in dem kleinſten Zuge einander völlig gleich.

Ein auf dieſe Art gebrauchtes Stück Goldblättchen, erſchien nicht nur geſchmolzen, ſondern auch ſogar, wie Franklin glaubte, verglaſet, oder ſonſt in die Zwiſchenräume des Glaſes dergeſtalt hineingetrieben, daß es dadurch vor der Wirkung des ſtärkſten Königswaſſers geſchützt war. Bisweilen bemerkte er, daß ſich die metalliſchen Flecke etwas weiter verbreiteten, als die dünnen Stücke Metall ſich erſtreck-

streckten. Aechtes Gold verursachte einen dunklern, etwas röthlichen, und Silber einen grünlichen Fleck.

Wilson behauptet, daß bey diesem Versuche das Gold nicht in die Zwischenräume des Glases hineingetrieben, sondern nur so dicht an die Oberfläche des Glases gebracht worden sey, daß es durch eine überaus große Kraft fest daran gehalten werde; durch eine eben solche, als sich auf der Oberfläche aller Körper, was für welche es auch seyn mögen, zeigt.

6. Der Blitz zertrennt einige Körper. Eben dieß thut die Elektricität. Nach Franklin's Bemerkung schlägt der elektrische Funke ein Loch durch ein Buch Papier. Wenn Holz, Steine u. d. gl. durch den Blitz zerspaltet werden, so fahren, wie er anführt, die Splitter von derjenigen Seite zurück, wo sich der geringste Widerstand findet. Eben so, sagt er, wenn durch einen elektrisirten Krug ein Loch durch ein Stück Pappe hindurch geschlagen wird, wofern sowohl die eine als die andere Seite der Pappe auf beyden Seiten gleich frey sind; so steigt rings um das Loch herum an beyden Seiten der Pappe ein Wulst in die Höhe; ist hingegen die eine Seite dicht zusammengepreßt, so daß der Wulst auf dieser Seite sich nicht in die Höhe begeben kann, so steigt er gänzlich auf der andern Seite in die Höhe, welche Richtung auch übrigens das Fluidum genommen haben mag. Denn der Wulst um die auswendige Seite des Lochs herum ist eine Wirkung des Auseinanderfahrens der elektrischen Materie, die sich vom Mittelpunkte nach allen Seiten ausbreitet, und keinesweges eine Wirkung der Richtung der Materie.

7. Man weiß, daß Perſonen oft vom Blitze blind geworden ſind; und eine Taube ward nach einem heftigen Schlage, wodurch Franklin dieſelbe tödten wollte, ebenfalls blind.

8. Bey einem von D. Miles m) beſchriebenen Donnerwetter zu Stretham riß der Blitz etwas vom Anſtriche einer goldenen gegrabenen Arbeit einer viereckten Leiſte von Tafelwerk herunter, ohne den übrigen Theil des Anſtriches zu beſchädigen. Franklin machte dieß dadurch nach, daß er ein Stückchen Papier über die Vergoldung der Schale eines Buchs klebte, und alsdann einen elektriſchen Schlag hindurch gehen ließ. Das Papier ward von einem Ende bis zum andern abgeriſſen, und zwar mit ſolcher Gewalt, daß es an verſchiedenen Orten durchriß, und an andern Orten gieng ein Theil vom Türkiſchen Leder, worin das Buch gebunden war, mit entzwey. Dieß überzeugte Franklin, daß, wenn es mit einer Farbe überſtrichen worden wäre, dieſer Anſtrich auf eben die Art, wie bey dem Tafelwerke zu Stretham, würde herunter geriſſen worden ſeyn.

9. Der Blitz zerſtört das thieriſche Leben. Durch den elektriſchen Schlag ſind ebenfalls Thiere getödtet worden. Die größten Thiere, welche Franklin und ſeine Freunde zu tödten vermögend geweſen, waren ein Huhn, und eine Indianiſche Henne, welche ungefähr 10 Pfund wog.

10. Magnete verloren entweder durch den Blitz ihre Kraft, oder ihre Pole wurden umgekehrt. Ein gleiches bewerkſtelligte Franklin durch die Elektricität. Oefters machte er die Nadeln durch ſelbige polariſch,

m) Philoſ. Tranſ. N. 488. for 1748. p. 383.

larisch, und verkehrte die Pole nach Belieben. Ein durch eine feine Nähnadel hindurch gelassener Schlag von vier großen Krügen machte dieselbe polarisch, so daß sie auf Wasser gelegt hin und wieder fuhr. Das merkwürdigste bey diesen Versuchen mit Magneten war, daß die Nadel, durch welche der elektrische Schlag gieng, an demjenigen Ende, durch welches der elektrische Schlag gieng, nach Norden zeigte, wenn sie nach Westen und Osten lag; lag sie aber nach Norden und Süden, so zeigte das Ende, welches nach Norden lag, beständig nach Norden, es mochte das Feuer an diesem oder dem andern Ende hinein gefahren seyn. Indessen bildete er sich ein, daß ein stärkerer Schlag die Pole auch sogar in dieser Lage verkehrt haben würde, welche Wirkung, wie bekannt, durch den Blitz hervorgebracht werde. Auch bemerkte er, daß die Polarität am stärksten war, wenn die Nadel getroffen wurde, indem sie nach Norden und Süden lag; dagegen am schwächsten, wenn sie nach Osten und Westen lag. Er nahm wahr, daß bey diesen Versuchen die Nadel in einigen Fällen durch die elektrische Flamme schön blau anlief, gleich einer Uhrfeder; in welchem Falle die beygebrachte Farbe bloß durch einen Schlag von zwey Krügen wieder weggebracht werden konnte; hingegen befestigte ein Schlag von vier Krügen dieselbe noch mehr, und brachte öfters die Nadel zum Schmelzen. Die Krüge, deren sich Franklin bediente, hielten sieben bis acht Gallonen, und waren mit Zinnfolie überzogen.

Um die Gleichheit der elektrischen Materie mit der Materie des Blitzes auf die möglichst-vollständigste Art zu beweisen, erfand Franklin ein Mittel, die Elektricität wirklich vom Himmel herabzu-

bringen. Dieſes Mittel war ein elektriſcher papierner Drache, welchen er in die Höhe ſteigen ließ, wenn er merkte, daß ein Gewitter in der Atmoſphäre war. Oben auf dieſem Drachen war ein zugeſpitzter Drath befeſtigt, wodurch er den Blitz aus den Wolken herauslockte. Der Blitz fuhr alsdann die hänfene Schnur hinab, und ward von einem an das Ende derſelben befeſtigten Schlüſſel in Empfang genommen. Derjenige Theil der Schnur, welcher in der Hand gehalten ward, war von Seide, damit die Elektricität, wenn ſie an den Schlüſſel käme, aufgehalten würde. Er fand, daß die Schnur auch alsdann, wenn ſie beynahe trocken war, die Elektricität ableitete; war ſie hingegen naß, ſo leitete ſie dieſelbe ganz ungehindert ab, ſo daß, wenn jemand ſeinen Finger nahe am Schlüſſel hielt, daß Feuer in vollem Strome aus demſelben hervorkam.

Bey dieſem Schlüſſel ladete er eine Phiole, zündete alsdann damit Spiritus an, und bewerkſtelligte alle übrige elektriſche Verſuche, welche gemeiniglich vermittelſt einer durch Reiben elektriſch gemachten Kugel oder Röhre geſchehen.

Als Franklin ſeine Methode, die Meynung über die Gleichheit der Elektricität mit der Blitzmaterie als wahr zu beweiſen, bekannt gemacht hatte, wartete er auf die Errichtung einer Kirchthurmſpitze in Philadelphia, um ſeine Abſichten ausführen zu können, weil er ſich damals einbildete, daß eine zugeſpitzte Stange von mäßiger Höhe nicht dazu hinreichend wäre, ſondern vielmehr auf den Gedanken kam, daß er einen leichtern und beſſern Zutritt zu den Gegenden der Gewitter mittelſt eines gemeinen papiernen Drachen, als durch irgend eine Art von Thurmſpitze, haben

ben könne. Zu diesem Ende bereitete er ein großes seidenes Schnupftuch und zwey kreuzweis gelegte Stäbchen zu, woran er dasselbe ausbreitete. Bey dem ersten Donnerwetter begab er sich auf ein Feld, wo sich eine bequeme Hütte befand. Nachdem er den Drachen hatte fliegen lassen, verstrich eine geraume Zeit, ehe sich einiger Anschein, daß derselbe elektrisch geworden wäre, zeigte. Eine sehr viel versprechende Wolke war ohne die geringste Wirkung über denselben weg gezogen. Da er endlich, als er an seiner Erfindung zu zweifeln anfangen wollte, bemerkte, daß einige lose Fäden der Schnur gerade in die Höhe standen, und vor einander flohen, eben als wenn sie an einem gemeinen Leiter gehangen hätten; so brachte er nun das Gelenk seines Fingers an den Schlüssel, und nahm einen sehr deutlichen elektrischen Funken wahr. Es erfolgten andere, noch ehe die Schnur naß geworden war, und als der Regen die Schnur naß gemacht hatte, sammlete er das elektrische Feuer sehr häufig. Dieß geschah im Jahr 1752, einen Monat nachher, als die Elektrisirer in Frankreich dieselbe Theorie als wahr bestätigt hatten, aber noch vorher, ehe er von demjenigen, was daselbst entdeckt worden war, Nachricht erhalten hatte.

Außer diesem Drachen gebrauchte Franklin nachher auch eine isolirte eiserne Stange, um den Blitz in sein Haus zu leiten, damit er allemal, so oft sich eine beträchtliche Quantität davon in der Atmosphäre befand, Versuche anstellen könnte. Um die geringste bequeme Gelegenheit hiezu nicht unbenutzt zu lassen, befestigte er an derselben zwey Glöckchen dergestalt, daß sie ihm durch ihr Geläute die Elektrisirung der Stange ankündigten.

Als Franklin auf dieſe Art im Stande war, den Blitz in ſein Haus zu leiten, ſo konnte er damit Verſuche nach Belieben anſtellen. Da er ſich nun überzeugt hatte, daß der Blitz in aller Rückſicht mit der Elektricität von gleicher Beſchaffenheit wäre, ſo war er auch noch begierig zu wiſſen, ob derſelbe von einer poſitiven oder negativen Art ſey. Das erſte mal, da ihm ein zu dieſer Abſicht angeſtellter Verſuch glückte, am 12. Apr. 1753, zeigte es ſich, daß der Blitz negativ elektriſch ſey. Nachdem er nun den Verſuch zu verſchiedenen malen wiederholte, und ihn nach der Zeit bey mehreren Gelegenheiten, allemal mit gleichem Erfolge, angeſtellt hatte, ſo folgerte er daraus, daß die Wolken allezeit negativ elektriſch wären, und leitete daraus eine Theorie zur Erklärung deſſelben her. Am 6ten Juni aber zeigte ihm doch eine von den Wolken eine poſitive Elektricität, nachdem vorher viele negativ elektriſche Wolken vorüber gegangen waren, worauf er zwar ſeine Lehrmeynung berichtigte, aber doch noch nicht vollkommen im Stande zu ſeyn ſchien, eine andere völlig befriedigende Theorie aufzuſtellen. Bisweilen fand Franklin, daß die Wolken während eines einzigen Gewitters zu verſchiedenen malen von einer poſitiven zu einer negativen Elektricität übergiengen; und einmal bemerkte er, daß die Luft während dem Schneyen ſehr ſtark elektriſirt war.

Der Nutzen, welchen Franklin aus dieſer Entdeckung zog, war dieſer, daß er Gebäude gegen Beſchädigungen vom Blitze in Sicherheit zu ſetzen ſuchte. Dieſe ſeine Abſicht erreichte er dadurch, daß er eine ſpitzige metallene Stange, welche höher als irgend ein Theil des Gebäudes war, gehörig befeſtigte,

und

und mit dem Erdboden, oder noch besser mit dem Wasser in Verbindung brachte. Er war der Meynung, daß ein eiserner Drath, welcher einen Viertelzoll im Durchmesser hat, hinreichend wäre, weit mehr Materie abzuleiten, als jemals in einem einzigen Donnerschlage wirklich vorhanden ist. Auch fand er durch einen Versuch, daß, wenn ein Drath durch die Explosion zerschlagen ward, derselbe dennoch den einen gegenwärtigen Schlag abwendete, und nur erst bey einem andern unvermögend ward, eben diese Wirkung zu thun.

Auch zeigte Franklin noch eine Art, wie die auf Gebäuden aufgerichteten spitzigen Stangen oftmals das Einschlagen des Blitzes abwenden könnten. Ein Auge, sagt er, das eine solche Lage hat, daß es den untersten und wagrechten Theil einer Wolke sehen und beobachten kann, wird solchen oft sehr ungleich sehen. Eine Menge abgesonderter Stücke, oder kleiner unter einander hangender Wolken, scheinen sie auszumachen, und einige von den niedrigsten Wolken sind zuweilen nicht sehr weit von der Erde entfernt. Diese verschiedene, den Stufen einer Treppe ähnliche Theile führen den Donnerschlag aus der Wolke zu dem Gebäude. Um dieses durch eine Erfahrung begreiflich zu machen, sagt er: man nehme zwey oder drey Flöckchen lockere und feine Baumwolle, binde eins davon mit einem dünnen 2 Zoll langen Faden, den man aus eben der Baumwolle mit seinen Fingern spinnen kann, an den ersten Elektricitätsleiter, und eben auf diese Art an das erste Flöckchen das zweyte, an das zweyte das dritte u. s. w. an. Hierauf drehe man die Kugel herum, so wird man sehen, wie die verschiedenen Flöckchen sich gegen die Tafel,

fel, die ſie anzieht, auf eben dieſelbe Art ſenken, wie die kleinſten und unterſten Wolken nach der Erde zie-hen. Hält man alsdann einen ſpitzigen Drath unter das unterſte Flöckchen, ſo wird es ſich gegen das zweyte in die Höhe ziehen; das zweyte wird ſich dem dritten nähern, und ſie alle mit einander werden ganz nahe bey dem Elektricitätsleiter zuſammen kom-men, und daſelbſt ſo lange bleiben, als die Spitze unter ihnen iſt. Iſt es nun aber, ſetzt er hinzu, mit unſern Wolken nicht eben ſo beſchaffen? Werden alſo die kleinſten von denſelben, deren Gleichgewicht mit der Erde durch die ſpitzige Stange leicht wieder her-geſtellt wird, ſich nicht gegen den dickern Theil der Wolke in die Höhe ziehen, und wird der leere Raum, den ſie laſſen werden, nicht beträchtlich genug ſeyn können, daß die große Wolke an dieſem Orte keinen Donnerſchlag thun kann?

Wilke, in ſeinen Anmerkungen über Frank-lin's Briefe, ſagt, daß er am 20. Aug. 1758 dies-ſen Satz als wahr befunden habe, als er eine große gleichſam mit Franzen beſetzte Wolke, ſtark elektriſirt, über einen Wald von hohen Tannenbäumen habe hin-weg ziehen ſehen. Die unebenen und herabhangenden Theile der großen Wolke wurden zuerſt niedergezogen, ſtiegen alsdann plötzlich höher, und vereinigten ſich mit der großen Wolke.

Auch war er ein Augenzeuge von zwey Wolken, welche über einander lagen, ſich einander näherten, und in einander blitzten. Der Blitz breitete ſich über alle Theile der ſchwärzern Wolke aus, welche negas-tiv war, und ſich alſobald in Regen aufzulöſen an-fieng.

Noch

Noch vor den Versuchen Franklin's in Nordamerika, den Blitz aus der Luft auf die Erde herabzuleiten, wurden in dem Jahre 1752 in Frankreich dergleichen Versuche, ohne daß Franklin hievon etwas wußte, mit dem erwünschten Erfolge angestellt. Dalibard und Delor waren die Personen, welche sich zuerst mit diesem Gegenstande beschäftigten, und eifrige Anhänger von Franklin waren. Jener richtete seinen Apparat zu Marly-la-ville, 5 bis 6 französische Meilen von Paris, und dieser in seinem eigenen Hause, in einer der höchsten Gegenden von Paris, zu. Dalibard's Einrichtung bestand in einer 40 Fuß langen eisernen Stange, deren Fuß vor dem Regen gesichert, und welche mit seidenen Schnüren an Pfählen, die nicht beregnet werden konnten, befestigt war. Durch diesen Apparat wurde die Elektricität zuerst vom Himmel herabgebracht. Dalibard war gerade damals nicht gegenwärtig; er hatte aber in seiner Abwesenheit die Sorge für seine Gerätheschaft einem gemeinen Tischler, Namens Coiffier, aufgetragen. Diesem Manne hatte er allen nöthigen Unterricht ertheilt, sowohl wie er seine Beobachtungen anstellen, als auch sich für allen Schaden, den er etwa dabey haben könnte, in Acht nehmen sollte; vornämlich war ihm ausdrücklich anbefohlen, einige seiner Nachbarn herbeyzurufen, und insbesondere nach dem Pfarrer zu Marly zu schicken, sobald man wahrnehme, daß ein Gewitter aufsteige. Am 10. May 1752 Nachmittags endlich hörte Coiffier einen ziemlich lauten Donnerschlag. Er eilte sogleich zu dem Apparat, nahm eine mit einem messingenen Drathe versehene Phiole, hielt das eine Ende des Draths an die Stange, und sah nicht allein ein helles Fünkchen aus derselben herausfahren, sondern hörte

te auch das Schnappen, welches daſſelbe verurſachte. Als er einen zweyten Funken, welcher ſtärker als der erſtere und mit einem weit lautern Kniſtern begleitet war, herausgelockt hatte, rief er ſeine Nachbarn, und ſchickte nach dem Pfarrer. Als dieſer herbey kam, und ſahe, daß es keine Gefahr hatte, nahm er den Drath in ſeine eigene Hand, und lockte verſchiedene ſtarke Funken heraus, welche ganz offenbar von elektriſcher Beſchaffenheit waren. Die Donnerwolke gieng nicht weiter als eine Viertelſtunde über dem höchſten Punkte des Apparats hinweg, und es ward dabey, außer jenem einzelnen Schlag, weiter kein Donner gehört. Sobald der Sturm vorüber war, und aus der Stange keine Funken mehr herauszubringen waren, ſchrieb der Pfarrer an Dalibard dieſe ganze Begebenheit. Er meldete ihm, daß er blaue Funken 1½ Zoll lang, welche ſtark nach Schwefel gerochen, aus der Stange hervorgelockt habe. Er wiederholte den Verſuch wenigſtens ſechsmal innerhalb ohngefähr 4 Minuten in Gegenwart vieler Perſonen. Bey Fortſetzung dieſer Verſuche bekam er einen Schlag an ſeinen Arm, etwas über dem Ellenbogen; jedoch konnte er eigentlich nicht ſagen, ob derſelbe von dem in der Phiole ſteckenden meſſingenen Drathe, oder aber von der eiſernen Stange herkam. Er gab damals auf den Schlag, als er ihn bekam, nicht acht; als aber der Schmerz fortdauerte, entblößte er, als er nach Hauſe gekommen war, ſeinen Arm in Gegenwart des Colffier, da denn eine Schwiele rings um ſeinen Arm herum wahrgenommen ward, als wenn er mit dem Drathe einen Schlag auf ſeine nackte Haut bekommen hätte; und nachher verſicherten diejenigen Perſonen, welche von demjenigen, was vorgegangen wahr, nichts

wuß-

wußten, einen Schwefelgeruch empfunden zu haben, wenn sie sich ihnen genähert hätten.

Coiffier erzählte Hrn. Dalibard, daß er ungefähr eine Viertelstunde vor der Ankunft des Pfarrers, in Gegenwart von 5 oder 6 Personen, weit stärkere Funken herausgelockt habe, als diejenigen waren, deren der Pfarrer Erwähnung gethan.

Der Apparat des Hrn. Delor bestand aus einer eisernen Stange, 99 Fuß hoch, woran er 8 Tage nach jenem Versuche ebenfalls elektrische Funken beobachtete, obgleich nur eine einzige Wolke über selbige hinweg zog und es dabey weder blitzte noch donnerte. Diese Versuche wurden von Delor auf Verlangen des Königs wiederholt, welcher sie mit dem größten Vergnügen ansah. Durch diesen Beyfall des Königs wurden der Graf von Buffon, Dalibard und Delor aufgemuntert, die Richtigkeit von Franklin's Lehrmeynung noch mehr zu bestätigen, und seine Gedanken über diese Materie zu verfolgen.

Da die Quantität von Elektricität, welche sie mit dieser Geräthschaft aus den Wolken herableiten konnten, bey diesen ersten Versuchen nur gering war, so brachten sie noch ein sogenanntes Magazin von Elektricität an, welches aus verschiedenen frey stehenden isolirten und mit der spitzigen eisernen Stange communicirenden eisernen Ruthen bestand. Dieses Magazin enthielt weit mehr elektrische Materie, und gab bey Annäherung des Fingers einen merklichern Funken, als die spitzige Stange.

Ein Magazin dieser Art hatte Mazeas in einem obern Zimmer seines Hauses angelegt, woselbst er den Blitz hinein leitete, und zwar vermittelst einer

aus

aus ſeinem Feuer hervorragenden hölzernen Stange, an deren äußerſten Ende ſich eine mit Harz angefüllte Glasröhre befand, worin eine 12 Fuß lange ſpitzige eiſerne Ruthe geſteckt war. Bey alle dem aber waren die von ihnen dabey gebrauchten elektriſchen Körper, worauf die eiſernen Ruthen ruheten, der freyen Luft allzuſehr ausgeſetzt, und mithin auch dem Naßwerden unterworfen, welches ihre Verſuche ohne Zweifel vernichten mußte.

Die genaueſten Verſuche, welche mit dieſen unvollkommenen Werkzeugen gemacht wurden, waren von le Monnier. Er war überzeugt, daß die hohe Stellung, in welche man die eiſerne Stange gemeiniglich gebracht hatte, zu dieſer Abſicht nicht unumgänglich nothwendig war; denn er bemerkte, daß ein gemeines Sprachrohr, welches etwa 5 bis 6 Fuß vom Erdboden an Seide aufgehängt war, augenſcheinliche Zeichen der Elektricität äußerte. Auch fand er, daß eine Perſon, welche auf Harzkuchen ſtand, und eine ungefähr 18 Fuß lange hölzerne Stange, um welche ein eiſerner Drath gewunden war, in der Hand hielt, beym Gewitter ſo vollkommen elektriſirt ward, daß man aus ihr ſehr lebhafte Funken ziehen konnte, und daß eine andere Perſon, welche mitten in einem Garten auf unelektriſchen Körpern ſtand, und bloß die eine Hand in die Höhe ſtreckte, mit der andern Hand Späne von Holz, welche ihr nahe gehalten wurden, anzog.

Er verſichert alsdann, wenn es zu regnen angefangen, eine ſtetige Verminderung der Elektricität wahrgenommen zu haben, ob es gleich noch ſehr laut donnerte, und wenn gleich der Harzkuchen, worauf

worauf sein Leiter ruhete, nicht naß war. Er fand aber nachher, daß dieses nicht durchgängig zutraf.

Einmal beobachtete er, daß, als sich Regentropfen um den leitenden Drath herum angesetzt hatten, bloß einige derselben elektrisch wurden, wie aus der kegelförmigen Figur, welche sie bekamen, erhellte, da unterdessen die übrigen eben so rund wie vorher blieben. Auch ward bemerkt, daß die elektrisirten und unelektrisirten Tropfen gemeiniglich abwechselnd auf einander folgten; bey welcher Gelegenheit sich le Monnier einer sonderbaren Erscheinung wieder erinnerte, welche sich vor einigen Jahren unweit Frankfurt an der Oder mit fünf Bauern, welche während einem Gewitter durch ein Kornfeld giengen, ereignet hatte, da der Blitz den ersten, dritten und fünften von ihnen tödtete, ohne den zweyten und vierten zu beschädigen.

In eben dem Jahre 1752 wurden in England von den Herren Canton, Wilson und Bevis dergleichen Versuche mit sehr gutem Erfolge angestellt. Canton gebrauchte dabey die Vorsicht, an das untere Ende des ableitenden Draths einen zinnernen Deckel zu befestigen, um von der Glasröhre, worin derselbe steckte, den Regen abzuhalten. Auf diese Art erhielt er elektrische Funken in einer Entfernung von einem halben Zoll; jedoch war diese Erscheinung innerhalb zwey Minuten vorüber.

Wilson nahm am 12. August verschiedene elektrische Funken wahr, und zwar bey einer Geräthschaft, welche bloß aus einer eisernen Gardinenstange bestand, wovon er das eine Ende in den Hals einer gläsernen Flasche, welche er in seiner Hand hielt, steckte,

und das andere in die Luft hinauf in die Höhe richtete.

Um dieſelbe Zeit beobachtete Bevis gleichfalls am 12. Aug. beynahe einerley Erſcheinungen, als Canton vorher bemerkt hatte.

Als Canton nachher ſeine Wahrnehmungen über den Blitz wiederholte, fand er nach ſehr vielen Verſuchen, daß ſich einige Wolken in einem poſitiven und andere in einem negativen elektriſchen Zuſtande befanden, und daß deßwegen die Elektricität ſeines Ableiters in weniger als einer halben Stunde bisweilen 5 bis 6 mal aus dem einen Zuſtand in den andern übergieng.

Dieſe Beobachtung von den entgegengeſetzten Elektricitäten der Gewitterwolken hatte Canton angeſtellt, und die Nachricht davon in England bekannt gemacht, noch ehe man erfahren hatte, daß Franklin eben dieſelbe Entdeckung in Amerika gemacht hatte.

Bey trockener Luft bemerkte Canton, daß die Geräthſchaft noch 10 Minuten bis 1 Viertelſtunde nachher, nachdem die Wolken über den Scheitelpunkt hinweggegangen waren, und bisweilen ſogar, wenn ſie ſich bereits über die Hälfte bis zum Horizonte hin gezogen hatten, beſtändig elektriſch blieb; daß Regen, vornämlich mit großen Tropfen, gemeiniglich das elektriſche Feuer herabbrächte; und er glaubte, daß dieſes beym Hagel zur Sommerszeit allezeit der Fall wäre. Letztere Beobachtung hatte er vorher, ehe er dieſe Abhandlung aufſetzte, gemacht, da ſeine Geräthſchaft beym Falle eines gleich wieder ſchmelzenden Schnees elektriſch geworden war. Dieß geſchah am 12. Nov. 1753, welches, wie er meldet, der 26ſte

Tag

Tag und das 61ste mal war, daß dieselbe elektrisch ward, seitdem sie zuerst errichtet worden war, nämlich um die Mitte des vorigen Maymonats.

Den ganzen Sommer über waren in London nur zwey Gewitter gewesen, und durch das eine war seine Geräthschaft dermaßen stark elektrisirt worden, daß das Läuten der Glocken, welche er an seiner Geräthschaft aufgehangen hatte, durch den fast beständigen Strom des dichten elektrischen Feuers zwischen jeder Glocke und der messingenen Kugel erstickt ward.

Bey einer andern Gelegenheit bemerkte er, daß in den folgenden Monaten Januar, Februar und März, seine Geräthschaft nicht weniger als 25 mal, und zwar sowohl positiv als negativ, beym Schnee sowohl als bey Hagel und Regen elektrisch geworden war; und fast in einem eben so hohen Grade, wenn das Fahrenh. Thermometer zwischen 28 und 34 stand, als er es jemals im Sommer, bey einem Gewitter ausgenommen, befunden hatte.

Beym Schlusse seiner Abhandlung wirft Canton folgende zwey Fragen auf: 1. theilt plötzlich verdünnte Luft nicht etwa den hindurch ziehenden Wolken und Dünsten elektrisches Feuer mit, und nimmt plötzlich verdichtete Luft nicht etwa dergleichen von ihnen an? 2. Ist nicht vielleicht der Nordschein die Strahlen oder der plötzliche Schein des elektrischen Feuers von positiven nach weit entfernten negativen Wolken hin, durch den obern Theil der Atmosphäre hindurch, wo der wenigste Widerstand ist? n)

Canton beobachtete nicht nur den verschiedenen Zustand positiver und negativer Elektricität in den Ge-

n) Philos. Transf. Vol. XLVIII. P. I. p. 358.

Gewitterwolken, ſondern merkte auch das Verhältniß an, in welchem der eine gegen den andern eine ziemliche Zeitlang ſtand. In der erſtern Zeit hatte er bemerkt, daß die Wolken 83 mal poſitiv und 101 mal negativ elektriſch geweſen waren. Während dieſer Zeit hatte er genau angemerkt, wie oft ſich die Kräfte verändert hatten, und wie lange die Geräthſchaft elektriſch geblieben war; allein er hatte ganz außer Acht gelaſſen, aufzuſchreiben, wie lange jede Kraft währte. Auf dieſen letzten Umſtand aber gab er nachher, ungefähr zwey Monate lang, nämlich vom 28. Jun. bis zum 23. Aug. 1754 ſorgfältig Acht, und fand, daß die Geräthſchaft 31 mal poſitiv elektriſch geworden war, welches zuſammen 3 Stunden 35 Minuten dauerte; und 45 mal negativ, deren ganze Dauer 10 Secunden 39 Minuten ausmachte. Auch bemerkte er, daß die poſitive Kraft gemeiniglich die ſtärkſte war. Dieſe Nachricht ſchrieb er am 31. Aug. 1754.

Eine von den bekannten Wirkungen des Blitzes und der Elektricität iſt das Schmelzen der Metalle. Anfänglich glaubte man, daß dieſes ein kaltes Schmelzen wäre; dieſe Meynung ward aber ganz deutlich von D. Knight in einer am 22. Nov. 1759 der königl. Societät vorgeleſenen Abhandlung widerlegt. Er bemerkt, daß man vom kalten Schmelzen gemeiniglich zwey Beyſpiele anführe; nämlich das Beyſpiel von einem in ſeiner Scheide geſchmolzenen Degen, und das von dem im Beutel geſchmolzenen Gelde, wobey die Scheide ſowohl als der Beutel unverſehrt geblieben waren.

Man findet, ſagt er, von dieſen beyden Begebenheiten bey ſehr vielen Schriftſtellern Nachricht, ohne daß ſie dieſelben mit ihrem eigenen Zeugniſſe bekräf-

bekräftigt, noch daß sie für die Wahrheit derselben Bürgschaft geleistet, oder einige andere begleitende Umstände beschrieben hätten. Er hielt es für sehr möglich, daß der Blitz solche Wirkungen hervorbringen könne, ohne daß man nöthig habe, deßhalb zu einem kalten Schmelzen seine Zuflucht zu nehmen. Er bemerkt, daß sowohl Metalle, als andere Körper, verhältnißmäßig geschwinder heiß und wieder kalt werden, je dünner dieselben sind. Ganz dünner Drath werde in der Flamme eines gemeinen Lichts glühend, schmelze sogar, und zerfließe zu einem runden Kügelchen, ungeachtet derselbe, sobald man ihn aus der Flamme herausnehme, sogleich wieder kalt werde. Er schließt demnach hieraus, daß die Scheide eines Degens, oder auch dessen Oberfläche, durch den Blitz augenblicklich schmelzen könne, und wenn er an den übrigen Theil der Klinge, welcher kalt seyn könne, streife, so lasse er seine Hitze zu geschwind fahren, als daß er das geringste Brandmal hervorzubringen im Stande sey.

In dieser seiner Meynung ward er durch Untersuchung einiger Theilchen eines durch den Blitz geschmolzenen Drathes, welche ihm Mountaine zugeschickt hatte, bestärkt. Unter denselben befanden sich Kügelchen von mancherley Größe, welche sehr verschiedene Grade des Schmelzens ausgestanden hatten. Die größten darunter waren nicht flüssig genug gewesen, um eine runde Form annehmen zu können; allein sie kamen derselben um so viel näher, je kleiner sie waren, so daß die kleinsten Körnchen am vollkommensten geschmolzen waren, indem die Kügelchen ganz rund und glatt aussahen. In Ansehung der Größe fand man sie immer kleiner, bis man sie

endlich mit bloßen Augen nicht mehr erkennen konnte; und einige derſelben, wenn man ſie unter ein Mikroſkop brachte, erforderten eine dritte oder vierte Vergrößerungslinſe, wenn man ſie deutlich ſehen wollte.

Einige der Stückchen Drath waren rauh und ſchülfrig, wie verbranntes Eiſen, und an den Stellen, wo ſie zu ſchmelzen angefangen hatten, aufgeſchwollen. Andere waren gleich und von einerley Dicke geblieben; ihre auswendige Oberfläche ſchien ein vollkommenes Schmelzen ausgehalten zu haben, ſo daß daſelbſt zwey oder mehrere Stücke feſt an einander ſaßen, als wenn ſie ſauber an einander gelöthet wären.

Es finden ſich, ſagt Knight, in den philoſoph. Tranſactionen zwey oder drey Berichte, welche, dem erſten Anſcheine nach, für ein kaltes Schmelzen zu ſeyn ſcheinen; wenn man ſie aber gehörig erwägt, nichts Gewiſſes erweiſen °).

Daß aber wirklich dergleichen kaltes Schmelzen weder bey der Elektricität noch bey dem Blitze vorgehe, ward am deutlichſten vom Herrn Kinnersley, in einem aus Philadelphia unterm 12. März 1761 an Franklin abgeſendeten Schreiben, erweislich gemacht.

Er hieng ein ungefähr 24 Zoll langes Stück dünnen meſſingenen Drath, mit einem Pfundgewichte am untern Ende, auf, ließ die Ladung eines Flaſchenfutters, welches über 30 Fuß belegtes Glas enthielt, hindurch fahren, und entdeckte, wie er es nennt, eine neue Methode des Drathziehens. Der Drath ward glühend, die ganze Länge wohl gebrannt, und über einen Zoll länger, als zuvor. Eine zweyte Ladung brach-

o) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. I. p. 294.

brachte ihn dermaßen zum Schmelzen, daß er nahe an der Mitte aus einander gieng und, wenn die Enden wieder an einander gelegt wurden, 4 Zoll länger als zuvor befunden ward.

Diesen Versuch hatte ihm Franklin vorgeschlagen, um dadurch zu erforschen, ob die Elektricität beym Hindurchfahren durch den Drath den Zusammenhang der Theile desselben dermaßen vermindere, daß das angehängte Gewicht denselben von einander reißen könnte; keiner von beyden hatte aber die geringste Vermuthung, daß irgend eine Hitze hervorgebracht würde.

Um gewiß überzeugt zu seyn, daß der Drath nicht nur heiß, sondern auch glühend wäre, wiederholte er den Versuch an einem andern Stücke eben dergleichen Drathes, welches von einem Gänsekiel, den er mit lockern Schießpulverkörnern angefüllt hatte, umgeben war, die sogleich, als sie mit einem glühenden eisernen Stabe berührt wurden, Feuer fiengen. Auch Zunder, welcher an ein anderes Stück Drath gebunden war, setzte er dadurch in Brand. Stellte er hingegen den Versuch mit einem Drathe, welcher zweymal so dick war, an, so war er dergleichen Wirkungen hervorzubringen nicht vermögend.

Man ersieht hieraus, sagt er, daß das elektrische Feuer, ungeachtet selbiges, wenn es in einem Zustande der Ruhe ist, keine merkliche Hitze an sich hat, durch seine heftige Bewegung und den Widerstand, welchen es antrifft, in andern Körpern, wenn es durch sie hindurchfährt, wofern sie nur klein genug sind, Hitze hervorbringe. Durch einen starken Drath kann eine große Quantität hindurch gehen, ohne ei-

nige merkliche Hitze hervorzubringen; geht hingegen dieselbe Quantität durch einen sehr dünnen hindurch, wo der Durchgang enge ist, so machen die Theilchen, indem sie sich dichter an einander drängen und einen größern Widerstand antreffen, denselben glühend, und bringen ihn sogar zum Schmelzen.

Hieraus zieht er nun den Schluß, daß der Blitz die Metalle keinesweges, wie er und Franklin vorher angenommen hatten, kalt schmelze, sondern daß derselbe, wenn er durch eine Degenklinge hindurch gieng, wofern die Quantität nicht sehr groß war, die Spitze dermaßen erhitzen konnte, daß sie schmolz, unterdessen der breiteste und dickste Theil nicht merklich wärmer ward, als zuvor.

Wenn Bäume und Häuser durch die ungeheure Menge elektrischer Materie, welche aus einer Wolke, oder bisweilen aus der Erde herausfährt, in Brand gesetzt werden, muß nicht, frägt er, die Hitze, wodurch das Holz zuerst angezündet worden, durch des Blitzes heftige Bewegung durch die widerstehende brennbare Materie hindurch erzeugt worden seyn?

Wenn der Blitz durch seine schnelle Bewegung bey sich selbst sowohl, als auch bey andern Körpern, Hitze hervorbringt; so läßt es sich, sagt Kinnersley, leicht erklären, wenn er bisweilen die Haare der durch ihn getödteten Thiere versenge; geschieht solches aber nicht allemal, so liegt der Grund darin, daß die Quantität, ob sie gleich ein großes Thier zu tödten hinreichend ist, doch nicht groß genug ist, oder nicht genug Widerstand angetroffen hat, um durch ihre Bewegung glühend heiß werden zu können.

Man bemerkt, fährt er fort, daß Wohnhäuser, wo der Blitz eingeschlagen hat, selten dadurch in Brand

gesetzt

gesetzt werden; daß hingegen, wenn er durch Scheuren, worin sich Heu oder Stroh befindet, oder durch Magazine, welche eine Menge Hanf oder andere ähnliche Materien enthalten, fährt, dergleichen Gebäude nie, oder doch nur selten von dem Brande verschont bleiben. Dieß rührt seiner Meynung nach von solchen entzündbaren Materien her, welche bey einem geringern Grade von Hitze, als zur Entzündung des Holzes erfordert wird, sich zu entzünden geschickt sind p).

Da diese Entdeckung über die Gleichheit der Materie des Blitzes mit der elektrischen viel Aufsehen machte, so bemühte man sich, auch in andern Ländern Versuche dieser Art anzustellen. Vorzüglich zeichnen sich die vielen und mancherley Versuche des Hrn. Beccaria q) zu Turin aus. Dieser bediente sich sowohl papierner Drachen, als auch spitziger Stangen, und zwar auf eine sehr mannichfaltige Art, zu gleicher Zeit, und an verschiedenen Orten. In einigen Stricken seiner papiernen Drachen befanden sich inwendig Drathe, in andern hingegen keine. Einige flogen ungemein hoch, andere nur niedrig. Er hatte sehr viel Gehülfen um sich, welche, seinen verlangten Absichten gemäß, die Beschaffenheit, die Zeit und den Grad der Stärke der Erscheinungen aufzeichnen mußten.

Um seine papiernen Drachen beständig freyschwebend und mehr oder weniger straff zu erhalten, so wie auch zu verschiedenen andern Absichten, hatte er die Stricke auf einen Haspel gewunden, welcher auf glä-

p) Philos. Trans. Vol. LIII. p. 92.

q) Lettere dell' elettricismo. p. 112.

gläſernen Pfeilern ruhte; und ſein Leiter hatte eine Verbindung mit der Axe des Haſpels.

Um den poſitiven und negativen Zuſtand der Wolken, wenn die Elektricität ſtark war, mit mehrerer Gewißheit, und zugleich mit mehrerer Sicherheit zu unterſcheiden, als es geſchehen konnte, wenn er eine durch Reiben elektriſch gemachte Stange Glas oder Siegellack an die von ſeinem Leiter aus einander fahrenden Fäden hielt, ſteckte er einen zugeſpitzten Drath, und gegen über ein plattes Stück Bley, in ein cylindriſches gläſernes Gefäß, welches in Pappe eingewickelt war, ſo daß das Inwendige keine Verbindungen mit dem auswendigen Lichte haben konnte. In dieſen Ueberzug, und der Spitze des Draths gegen über, ſteckte er eine ſehr lange Röhre von Pappe, durch welche er in einer ziemlich langen Entfernung hindurchſchauen, und die Geſtalt des elektriſchen Lichts an dem Ende des Draths wahrnehmen konnte, welches die ſicherſte Anzeige von deſſen Beſchaffenheit war.

Aus des Hrn. Beccaria ſehr genauen und umſtändlichen Erzählung der äußern Erſcheinungen der Gewitterwolken, welche er ſeinen Beobachtungen über deren wahrſcheinliche Urſachen voranſchickt, ſind die merkwürdigſten Umſtände bey dem gewöhnlichen Vorgange eines Gewitters folgende.

Die erſte Erſcheinung bey einem Gewitter iſt eine dicke Wolke, oder auch mehrere, welche ſehr geſchwind an Größe zunimmt, und in die höhern Gegenden der Luft ſich hinauf zieht. Die untere Fläche iſt ſchwarz, und beynahe eben; die obere hingegen völlig gewölbt und wohl beſchränkt. Oft ſieht man

ver-

verschiedene solcher Wolken über einander gethürmt, und alle auf einerley Art gewölbt; sie halten aber beständig an einander, und bleiben geschwollen mit ausgespannten Bogen.

Zur Zeit des Aufsteigens dieser Wolke ist die Atmosphäre gemeiniglich mit sehr vielen abgesonderten Wolken, ohne Bewegung und von sonderbaren und seltsamen Gestalten, bezogen. Alle diese ziehen sich bey Erscheinung der Gewitterwolke nach derselben hin, und werden, je näher sie ihr kommen, in ihren Gestalten gleichförmiger, bis sie endlich, wenn sie der Gewitterwolke ganz nahe gekommen sind, ihre Theile wechselseitig gegen einander strecken, worauf sie sich mit einander vereinigen, und zusammen eine gleichförmige Masse ausmachen. Letztere nennt er fremde Wolken, weil sie zur Vergrößerung der Gewitterwolke mit hinzu kommen. Bisweilen aber schwillt die Donnerwolke an, und nimmt sehr geschwind zu, ohne Vereinigung mit einer von den fremden Wolken, indem die Dünste in der Atmosphäre selbst, überall wo sie durchziehen, in Wolken zusammen treten. Einige der fremden Wolken sehen an den äußersten Rändern der Gewitterwolke, oder unter dem Körper derselben, wie weiße Franzen aus; sie werden aber, je näher sie kommen, um sich mit derselben zu vereinigen, immer dunkler und dunkler.

Wenn die Gewitterwolke zu einer beträchtlichen Größe angewachsen ist, so erscheint ihre untere Fläche öfters uneben, indem sich besondere Theile nach der Erde zu herabziehen, jedoch so, daß sie mit dem übrigen Theile noch zusammenhangen. Bisweilen schwillt die untere Fläche in mancherley ansehnliche Hervorragungen auf, welche gleichförmig nach der Erde zu gekehrt

kehrt ſind. Mannichmal neigt ſich eine ganze Seite der Wolke nach der Erde zu, und das äußerſte Ende derſelben berührt beynahe die Erde. Befindet ſich das Auge unter der Gewitterwolke, nachdem dieſelbe angewachſen und wohlgeſtaltet geworden iſt, ſo bemerkt man, daß ſie ſich ſenkt und ungemein dunkel wird, und man ſieht zugleich eine Menge kleiner fremder Wolken in einer ſchnellen Bewegung nach ſehr ungewiſſen Richtungen unter jener ſich herumtreiben. Unterdeſſen da dieſe Wolken in den ſchnellſten Bewegungen ſich befinden, pflegt es insgemein ſehr ſtark zu regnen, und iſt die Bewegung über die Maaßen heftig, ſo pflegt es gemeiniglich zu hageln.

Während der Zeit, da die Gewitterwolke anſchwillt und ihre Zweige über eine große Strecke der Gegend verbreitet, ſieht man den Blitz von dem einen Theile derſelben nach dem andern fahren, und öfters ihre ganze Maſſe erleuchten. Hat ſich die Wolke hinlänglich ausgebreitet, ſo ſtreicht der Blitz zwiſchen der Wolke und der Erde an zwey entgegengeſetzten Orten, ſo daß der Strich durch den ganzen Körper der Wolke und deren Zweige hindurchgeht. Je länger dieſes Blitzen anhält, deſto dünner wird die Wolke, und deſto mehr verliert ſie ihre Dunkelheit, bis ſie ſich endlich an verſchiedenen Orten bricht, und einen klaren Himmel ſehen läßt. Hat ſich auf ſolche Art die Gewitterwolke verloren, ſo breiten ſich diejenigen Theile, welche die obern Gegenden der Atmoſphäre einnehmen, gleichförmig aus einander und werden ganz dünn, die zunächſt darunter befindlichen ſind ſchwarz, aber ebenfalls dünn, und verſchwinden endlich nach und nach, ohne durch einen Wind aus einander getrieben worden zu ſeyn.

Was

Was seinen Apparat im Hause betrifft, so ward dieser bey jeder Annäherung einer Gewitterwolke, oder einiger ihrer Zweige, allemal elektrisch, und der aus demselben herausfahrende Feuerstrom hielt gemeiniglich so lange an, als jene gerade über dem Apparat stand.

Daß Gewitterwolken bisweilen positiv und bisweilen negativ elektrisch sind, hatte Beccaria bereits vorher entdeckt, ehe er von demjenigen gehört hatte, was dießfalls von D. Franklin, oder sonst einem andern, beobachtet worden war. Eine und dieselbe Wolke machte, indem sie über seinen Apparat hinwegzog, denselben zuweilen positiv und zuweilen negativ elektrisch. Die Elektricität von einerley Art hielt länger an, wenn die Gewitterwolke einfach und gleichförmig in ihrer Richtung war; veränderte aber der Blitz seinen Ort, so ereignete sich gemeiniglich auch eine Veränderung in der Elektricität seines Apparats. Nach einem sehr starken Blitzstrahle veränderte sich dieselbe plötzlich; hingegen erfolgte die Veränderung allmählig, wenn der Blitz mäßig war, und die Gewitterwolke langsam fortzog.

Aus seinen Beobachtungen des Blitzes außerhalb, und seines Apparats innerhalb des Hauses folgte, daß die Quantität der elektrischen Materie bey einem gemeinen Gewitter fast unbegreiflich groß sey; wenn man erwägt, wie viel von spitzigen Körpern, z. B. von Bäumen, Thurmspitzen u. d. gl. beständig herabgezogen wird, und welche große Menge zu wiederholten malen nach oder von der Erde entladen wird.

Nachdem er erwägt hatte, welche ungeheure Menge elektrischer Materie selbst bey den schwächsten

ſten Gewittern ſich zeigt, hält er es für unmöglich, daß eine oder mehrere Wolken dieſelbe jemals ſämmtlich enthalten ſollten, ſondern daß ſie dieſelbe entweder entladen, oder annehmen; da überdem während dem Fortgange und der Zunahme des Gewitters, ungeachtet der Blitz zum öftern nach der Erde fährt, eben dieſelben Wolken in dem nächſten Augenblicke eine noch ſtärkere Entladung zu verurſachen bereit waren, und ſein Apparat noch immer eben ſo ſtark, wie jemals, elektriſch ward, ſo glaubte er, daß die Wolken an einem Orte, wo eine Entladung aus denſelben in eine andere geſchah, in demſelben Augenblicke neue elektriſche Materie angenommen haben. In verſchiedenen Fällen veränderte ſich die Elektricität ſeines Apparats, und mithin auch der Wolken, aus der einen Art in die andere zu verſchiedenen malen; eine Wirkung, welche ſich unmöglich durch irgend eine einfache Entladung oder Wiedererſetzung erklären läßt. Beydes muß nothwendig in einer ſehr geſchwinden Folge auf einander ſtatt gefunden haben.

Der weite Umfang der Wolken hebt dieſe Schwierigkeit im geringſten nicht; denn es möge derſelbe ſo groß ſeyn, wie er will, ſo muß doch die Quantität bey jeder Entladung nothwendig vermindert werden, und überdieß ſtehen die Spitzen, wodurch die ſtillen oder unmerklichen Entladungen geſchehen, mit dem Umfange der Wolken im Verhältniſſe. Eben ſo wenig wird die Schwierigkeit dadurch gehoben, wenn man annimmt, daß friſche Wolken den Abgang durch Herbeyführung neuen Vorrathes wieder erſetzen; denn außerdem, daß die Wolken zum Hauptgewitter nicht eher reif ſind, bis ſämmtliche Wolken weit und breit umher ſich wirklich mit einander vereinigt haben

ben und eine gleichförmige Masse ausmachen, so steht dieser neue Vorrath gegen die Entladung in gar keinem Verhältnisse, und es mag derselbe auch noch so groß seyn, so wird er doch gar bald erschöpft.

Daher kann es wohl nicht anders zugehen, als daß die elektrische Materie beständig aus einem gewissen Orte der Wolken fährt, und zugleich an einem andern Orte aus der Erde entladen wird. Aus allen diesem folgt, daß die Wolken nothwendig zu Leitern dienen müssen, das elektrische Fluidum von denjenigen Orten der Erde, welche damit überladen sind, nach den davon erschöpften zu leiten.

Um die Richtigkeit dieses Satzes auf die vollständigste Art darzuthun, schlägt er vor, zwey Beobachtungsorte, ohngefähr 2 französische Meilen von einander, in dem Striche, den die Gewitterwolken gemeiniglich nehmen, zu wählen, und zu untersuchen, ob die Apparate nicht öfters an dem einen Orte positiv elektrisch seyen, wenn sie an dem andern Orte negativ sind.

Daß bisweilen eine große Menge elektrischer Materie aus gewissen Orten der Erde hervordringe, und durch die Luft hindurch in die höhern Gegenden der Atmosphäre hinaufsteige, erhellt seiner Meynung nach aus den großen Quantitäten Sand, Asche, und andern leichten Substanzen, welche öfters in die Luft hinauf geführt und über einen großen Strich Landes gleichförmig zerstreut worden sind. Es kann von dieser Erscheinung keine andere bekannte wirkende Ursache angegeben werden, als der Wind; man hat aber dergleichen auch alsdann, wenn gar kein Wind geweht hatte, beobachtet, und die leichten Körper

sind

ſind ſogar gegen den Wind geführt worden. Er nimmt daher an, daß dergleichen leichte Körper durch eine ſtarke Quantität elektriſcher Materie in die Höhe geführt werden, welche aus der Erde an den damit überladenen Orten hinausfährt, und jede Subſtanz, welche ihr auf ihrem Wege zum Leiter dienen kann, anzieht und mit ſich nimmt. Alle dieſe Körper, welche eine gleiche Quantität elektriſcher Flüſſigkeit beſitzen, werden auf eine gleichförmige Art in der Luft zerſtreut, und folglich auch über denjenigen Theil der Erde, woſelbſt es an dieſer Flüſſigkeit mangelt, und wohin ſie leiten. Wären dieſe Körper durch den Wind in die Höhe geführt worden, ſo würden ſie unordentlich durch einander und in Haufen zerſtreut worden ſeyn.

Dieſe ziemlich ſeltene Erſcheinung ſtellt ſeiner Meynung nach ſowohl ein vollkommenes Bild, als auch einen vollſtändigen Beweis der Art und Weiſe dar, wie die Dünſte der Atmoſphäre in die Höhe ſteigen und Gewitterwolken ausmachen. Dieſelbe elektriſche Materie zieht überall, wo ſie ſich hinbegiebt, die in der Atmoſphäre zerſtreueten wäſſerichten Theile an ſich, und bringt ſie in die höhern Luftgegenden hinauf. Die elektriſche Materie ſteigt in die höhern Gegenden der Atmoſphäre, wozu ſie noch dadurch angelockt wird, daß ſie daſelbſt weniger Widerſtand, als in der gemeinen Erdmaſſe antrifft; ſie iſt zu ſolchen Zeiten gemeiniglich überaus trocken, und mithin höchſt elektriſch. Die Gleichförmigkeit, mit welcher ſich die Gewitterwolken ausbreiten, und in Bogen aufſchwellen, muß theils daher rühren, daß eine gewiſſe Urſache auf ſie wirkt, welche, gleich der elektriſchen Materie, überall, wo ſie wirkt, ſich gleich-

gleichförmig vertheilt; theils von dem Widerstande, welchen sie beym Heraufsteigen durch die Luft antreffen. Zum Beweise desselben verbreitet sich der von einer elektrisirten Dampfkugel aufsteigende Dampf mit eben solcher Gleichförmigkeit und in eben dergleichen Bogen, und streckt sich nach jeder leitenden Substanz aus.

Eben die Ursache, welche zuerst eine Wolke aus den in der Atmosphäre zerstreueten Dünsten in die Höhe hob, zieht auch diejenigen, welche bereits erzeugt sind, herbey, und bringt immer neue hervor, bis die ganze gesammlete Masse sich so weit ausbreitet, daß sie einen Theil der Erde, wo es an der elektrischen Flüssigkeit mangelt, erreicht. Auch da werden diese mit Elektricität angefüllte Wolken angezogen, und die elektrische Materie entladet sich daselbst auf die Erde. Da sich auf solche Art eine Verbindung findet, so steigt ein neuer Vorrath elektrischer Materie von dem überladenen Theile in die Höhe, und wird beständig durch das Mittel der Wolken geleitet, so lange bis das Gleichgewicht der Flüssigkeit zwischen den beyden Orten der Erde wieder hergestellt ist. Wenn die Wolken bey ihrem Durchgange durch diejenigen Theile der Erde, wo sich ein Mangel der Flüssigkeit findet, angezogen werden, so kommen jene abgesonderte Stücke, imgleichen jene davon abhangende gleichförmige Hervorragungen zum Vorschein, welche in einigen Fällen die Ursache der sogenannten Tromben und Sturmwinde sind.

Daß die elektrische Materie, welche die Gewitterwolken darstellt und belebt, aus Orten weit unter der Oberfläche der Erde hervordringe und sich hineinbegebe, werde durch die tiefen Löcher, welche durch den

Blitz an verſchiedenen Orten hervorgebracht worden ſind, wahrſcheinlich. Auch habe man Blitze aus unterirdiſchen Höhlen und Brunnen herausfahren geſehen. Manche Gewitter waren mit großen Ueberſchwemmungen begleitet, welche nicht durch Regen verurſacht worden waren, ſondern durch Ergießungen des Waſſers aus dem Innerſten der Erde, woraus es durch eine gewiſſe innere Erſchütterung hervorgetrieben worden ſeyn muß. Auch hat man bemerkt, daß tiefe Brunnen bey Gewittern geſchwinder angefüllt, und andere bey Annäherung eines Gewitters beſtändig trübe geworden ſind.

Dieſe wirkliche Entſtehung ſowohl, als der ganze Vorgang der Gewitterwolken, iſt auf eine gewiſſe Art ſichtbar geweſen. Man hat öfters Ausdünſtungen aus beſondern Höhlen mit einem Getöſe herausfahren und in die höhern Luftgegenden hinaufſteigen geſehen, mit allen oberwähnten Erſcheinungen der Gewitter. Dieſe Umſtände beſchrieben Perſonen, welche lange vorher gelebt haben, ehe man auf die Vermuthung einer Aehnlichkeit zwiſchen der Elektricität und dem Blitze gefallen war.

Die größte Schwierigkeit bey dieſer Theorie des Urſprungs der Gewitter betrifft die Anſammlung und Iſolirung der elektriſchen Materie in dem Erdkörper. In Anſehung jener weiß Beccaria nichts Beſonderes zu ſagen. Gewiſſe Operationen in der Natur ſind unſtreitig mit einem Verluſte des Gleichgewichts der elektriſchen Flüſſigkeit begleitet; es hat aber bisher noch niemand eine wahrſcheinlichere Urſache von dem Ueberfluſſe der elektriſchen Materie, dergleichen ſich wirklich zum öftern in den Wolken findet, angegeben, als welche wir für möglich annehmen: daß

sie in dem Innersten der Erde statt finde. Und wenn man den Verlust des Gleichgewichts als möglich annimmt, so kann eben dieselbe Ursache, welche die Wirkung hervorbringt, auch die Wiederherstellung derselben verhindern, so daß, da sie nicht vermögend ist, mit Gewalt einen, wenigstens hinlänglich leichten, Weg durch den Erdkörper hindurch zu nehmen, sie sich in die höhern Luftgegenden, als wo sie den bequemsten Ausgang findet, hinauf begiebt. Aus seinem elektrischen Apparate, ungeachtet derselbe mit der Erde verbunden war, konnte er bey starken Gewittern oft ganz augenscheinliche Funken mit seinem Finger herauslocken.

Bey Erzählung der Wirkungen der Gewitter bemerkt er, daß allemal ein Wind von dem Orte, wo die Gewitterwolke herkommt, blase; daß dieses mit den Beobachtungen aller Seefahrer übereinstimme, und daß der Wind, nach dem verhältnißmäßigen plötzlichen Erscheinen der Gewitterwolke, der Schnelligkeit ihrer Ausbreitung, und der Geschwindigkeit, mit welcher sich die fremden Wolken damit vereinigen, mehr oder weniger heftig sey. Die schnelle Verdichtung einer so erstaunlichen Menge von Dünsten muß nothwendig die Luft von ihrer Stelle jagen, und sie auf allen Seiten zurücktreiben.

Er ahmte sogar diese Wirkung des Gewitters gewisser Maaßen nach, wenigstens brachte er eine circulirende Bewegung der Luft in seinem Zimmer vermittelst des fortgesetzten Elektrisirens seiner Kette hervor.

Unter andern Wirkungen des Blitzes gedenkt er des Vorfalles eines Mannes, welcher, als er von einem Gewitter erschlagen wurde, überaus steif ge-

worden war. Der merkwürdigſte Umſtand bey dieſem Vorfalle aber war, daß der Blitz eine beſondere Ader nahe an ſeinem Halſe getroffen hatte, und derſelben, ihre kleinſten Zweigabtheilungen hindurch, nachgegangen war, ſo daß ihre Figur durch die Haut hindurch zu ſehen war, feiner als man es mit irgend einem Pinſel hätte mahlen können.

Er warnt Perſonen, ſich nicht auf die Nachbarſchaft eines höhern oder in allen Fällen beſſern Leiters, als ihr eigener Körper iſt, zu verlaſſen; weil ſeinen wiederholten Beobachtungen zu Folge der Blitz keinesweges in einem unzertheilten Wege herabfährt, ſondern daß Körper mancherley Art, nach dem Verhältniſſe ihrer Quantität und ableitenden Kraft, ihren Antheil davon leiten.

Eine Menge Beobachtungen, das Herabfahren des Blitzes betreffend, beſtätigt ſeine Theorie über die Art des Hinauffahrens deſſelben; denn in verſchiedenen Fällen wirft er vorher die Theile der ableitenden Körper aus einander, und vertheilt ſie längſt der widerſtehenden Zwiſchenmaterie, durch welche er ſich ſeinen Weg mit Gewalt bahnen muß.

Nach demſelben Grundſatze ſcheinen die längſten Blitzſtrahlen dadurch zu entſtehen, daß der Blitz unterwegs einen Theil der Dünſte in der Luft mit ſich hinauf nimmt. Eine der Haupturſachen, warum die Blitze ein ſo langes Getöſe machen, iſt dieſe, daß ſie durch die große Länge eines leeren Raums, welcher von dem Durchgange der elektriſchen Materie entſteht, verurſacht werden. Denn ungeachtet die Luft in demſelben Augenblicke, nachdem der Blitz hindurch gefahren iſt, wieder zuſammen geht, und die zitternde

de Bewegung in eben demselben Augenblicke die ganze Länge des Weges hindurch ihren Anfang nimmt; so erreichen doch die an dem nähern Ende des Weges erregten zitternden Bewegungen das Ohr einer Person weit eher, als die an dem entferntern Ende hervorgebrachten, und der Schall währt so lange, bis alle zitternde Bewegungen nach und nach zu dem Ohre dieser Person gelangt sind.

Hiebey ist zugleich ein artiger Versuch und eine Beobachtung des Herrn Lullin r) zu bemerken, welche die Entstehung der Elektricität in den Wolken betrifft. Er ließ eine lange isolirte Stange an der Seite eines der Alpengebirge hervorragen, und bemerkte am 29. Jun. 1766., daß, wenn kleine Wolken von Dünsten, welche durch die Sonnenhitze in die Höhe gezogen waren, sich nahe an dem Fuße des Gebirges erhoben und längst der Seite desselben in die Höhe stiegen, die Stange elektrisch ward, sobald sie nur das äußerste Ende derselben berührten; war hingegen die ganze Stange, und mithin ein Theil des Hügels, worauf er stand, gleichfalls eingehüllt, so ward sie nicht elektrisch. Hieraus schließt er, daß die Elektricität der Wolken durch deren Durchgang durch die Luft, während die Sonne darauf scheint, hervorgebracht werde. Welchem von diesen beyden Umständen aber, nämlich der Bewegung durch die Luft hindurch, oder dem Wirken der Sonnenstrahlen, dieses zuzuschreiben sey, konnte er nicht bestimmen, ungeachtet er verschiedene Versuche in dieser Absicht anstellte.

Eine

r) Diss. de electricitate. p. 42.

Eine der merkwürdigſten Wirkungen des Blitzes iſt, daß derſelbe die Magnetnadel, und alle Körper, welche etwas Eiſen bey ſich führen, z. B. Ziegelſteine u. d. gl. polariſch macht; und wenn man darauf acht giebt, nach welcher Seite die Pole dieſer Körper liegen, ſo kann man, wie Beccaria bemerkt, zuverläſſig wiſſen, nach welcher Richtung der Blitz gefahren ſey. In einem gewiſſen Falle brachte er die Richtung des Blitzes auf dieſe Art wirklich zur Gewißheit.

Da ein plötzlicher Blitzſtrahl Magneten polariſch macht, ſo vermuthete er, daß ein regulairer und beſtändiger Kreislauf der ganzen Maſſe von Flüſſigkeit, von Norden nach Süden, vielleicht die Grundurſache des Magnetismus überhaupt ſeyn möge.

Dieſer Strom entſprang, ſeiner Meynung nach, auf der nördlichen Halbkugel der Erde, nicht aus einer Quelle, ſondern aus mehreren. Die Abweichung des gemeinen Mittelpunkts aller dieſer Ströme von dem Nordpunkte iſt vielleicht die Urſache der Veränderung der Magnetnadel; die Periode dieſer Abweichung des Mittelpunkts der Ströme iſt vielleicht die Urſache der Veränderung; und die Krümmung, mit welcher die Ströme in die Erde ſtreichen, iſt vielleicht die Urſache der Abweichung der Nadel, imgleichen, warum eiſerne Stangen die magnetiſche Kraft weit leichter nach dieſer oder jener Richtung annehmen.

Er meint, daß vielleicht der Nordſchein nichts anders, als eben dieſe elektriſche Materie ſey, die ihren Kreislauf in einem ſolchen Zuſtande der Atmoſphäre verrichtet, welcher dieſe ſichtbar macht, oder der Erde näher als gewöhnlich bringt. Dieſemnach

hat

hat man bemerkt, daß sehr lebhafte Erscheinungen dieser Art die Magnetnadel schwankend gemacht haben.

Steine und Ziegel, worauf der Blitz getroffen hat, werden oft zu Glas. Er behauptet, daß einige Steine in der Erde, welche auf diese Art vom Blitze getroffen wurden, zuerst Gelegenheit zu der gemeinen Meynung vom Donnerkeile gegeben haben.

Beccaria erkannte wohl, daß Hitze zu den Erscheinungen des Donners, Blitzes und Regens vieles beytrage; allein er konnte durch keinen Versuch ausmachen, ob diese zur Beförderung der Elektricität diene. Er glaubte vielmehr, daß die Hitze in diesem Falle die Feuchtigkeit der Luft zum Verdunsten brächte, und dadurch die Verbindung der elektrischen Flüssigkeit zwischen dem einen und andern Orte, insbesondere zwischen der Erde und den höhern Gegenden der Luft, abschnitte, wodurch ihre Wirkungen sichtbarer würden.

Die größte Quantität elektrischer Materie, welche jemals durch irgend einen Apparat aus den Wolken herabgebracht worden, wurde von Herrn de Romas zu Nerac herabgeleitet. Dieser war der erste, welcher sich einer mit eisernem Drathe durchwirkten hansenen Schnur an einem elektrischen papiernen Drachen bediente, welchen er $7\frac{1}{2}$ Fuß hoch und 3 Fuß breit machte, so daß derselbe 18 Quadratfuß Fläche hatte. Diese Schnur leitete die Elektricität aus den Wolken viel stärker ab, als eine andere hansene Schnur, auch sogar, wenn sie naß war; und da sie sich in eine Schnur von trockener Seide endigte, so ward dadurch der Beobachter in den Stand gesetzt, verschiedene Versuche ohne Gefahr anstellen zu können.

Als dieſer Drache am 7. Jun. 1753. 550 Fuß hoch geſtiegen war, ſo konnte er an einer 780 Fuß langen Schnur, welche einen Winkel von beynahe 45 Grad mit dem Horizonte machte, aus ſeinem Ableiter, welcher 3 Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll dick war, Funken ausziehen, deren Kniſtern ungefähr 200 Schritte weit zu hören war. Während dieſe Funken herausfuhren, fühlte er gleichſam ein Spinngewebe auf ſeinem Geſichte, ungeachtet er über 3 Fuß weit von der Schnur des Drachen ſtand, worauf er es nicht für ſicher hielt, ſo nahe zu ſtehen, und er rief daher der ganzen Geſellſchaft laut zu, ungefähr 2 Fuß weiter zurückzutreten.

Als er nun ſeine Perſon in Sicherheit glaubte, und niemand mehr um ihn ſtand, gab er Acht, was zwiſchen den Wolken, welche unmittelbar über dem Drachen ſtanden, vorgieng; er konnte aber keinen Blitz, weder in den Wolken, noch ſonſt irgendwo, noch auch den geringſten Laut von Donner wahrnehmen; auch regnete es nicht. Der Wind kam aus Weſten und zwar ziemlich ſtark, und der Drache ſtieg wenigſtens 100 Fuß höher, als bey den andern Verſuchen.

Als er nachher ſeine Augen auf die blecherne Röhre richtete, welche an der Schnur des Drachen befeſtigt war und ohngefähr 3 Fuß hoch über die Erde hieng, ward er drey Strohhalme gewahr, wovon der eine ohngefähr 1 Fuß, ein zweyter 4 bis 5 Zoll, und der dritte 3 bis 4 Zoll lang war, welche ſämmtlich aufrecht ſtanden, und wie Puppen unter der blechernen Röhre im Kreiſe herumtanzten, ohne einander zu berühren. Dieſe Erſcheinung dauerte ohngefähr eine Viertelſtunde, worauf es ein wenig zu regnen anfieng, wobey er wiederum die Empfindung

der

der Spinngewebe auf seinem Gesichte hatte, und zugleich ein beständiges Getöse, als von einem kleinen Schmiedeblasebalge, hörte. Dieß war ein fernerer Zeichen der zunehmenden Elektricität; und von dem ersten Augenblicke an, da de Romas die tanzenden Strohhalme gewahr ward, hielt er es, auch sogar bey aller seiner Vorsicht, nicht mehr für rathsam, ferner Funken herauszulocken; und er ersuchte die Gesellschaft abermals, sich noch weiter zurück zu begeben.

Unmittelbar darauf erfolgte eine Erscheinung, welche dem Herrn de Romas in Furcht und Schrecken setzte. Der längste Strohhalm ward von der blechernen Röhre angezogen, worauf drey Explosionen gehört wurden, welche einem Donnerknalle ähnlich waren. Einige von der Gesellschaft verglichen denselben mit dem Platzen der Raketen; und andere mit dem gewaltsamen Zerschlagen großer irdener Krüge gegen einen Estrich. So viel ist gewiß, daß derselbe bis mitten in die Stadt, des mannichfaltigen Geräusches daselbst ungeachtet, gehört ward.

Das Feuer, welches in dem Augenblicke der Explosion gesehen ward, hatte die Gestalt einer 8 Zoll langen und 5 Linien breiten Spindel. Einige von der Gesellschaft bemerkten, daß der Strohhalm 45 bis 50 Toisen weit abwechselnd angezogen und wieder zurückgestoßen ward, mit dem merkwürdigen Umstande, daß allemal, so oft derselbe von der Schnur angezogen wurde, plötzliche Feuerflammen zum Vorschein kamen, und ein Knall gehört ward, wiewohl nicht so laut, als bey der vorigen Explosion.

Hiebey ist merkwürdig, daß von der Zeit der Explosion an bis zu Ende der Versuche ganz und

gar kein Bliz zu ſehen, und auch kein Donner zu hören war. Man empfand einen Schwefelgeruch, welcher dem Geruche der leuchtenden elektriſchen Ausflüſſe, welche aus dem Ende einer elektriſirten metallenen Stange hervor zu kommen pflegen, gar ſehr glich. Rings um die Schnur zeigte ſich ein heller Lichtencylinder von 3 bis 4 Zoll im Durchmeſſer; und da ſich dieſes am Tage zeigte, ſo zweifelte de Romas nicht, daß dieſer elektriſche Dunſtkreis zur Nachtzeit unfehlbar 4 bis 5 Fuß breit zu ſehen geweſen wäre. Zulezt da die Verſuche vorbey waren entdeckte man in der Erde, gerade unter der blechernen Röhre, ein Loch, welches 1 Zoll tief und $\frac{1}{2}$ Zoll weit, und wahrſcheinlicher Weiſe durch die ſtarken Feuerklumpen, welche die Exploſionen begleiteten, verurſacht worden war.

Dieſe merkwürdigen Verſuche endigten ſich durch das Herabfallen des Drachen, indem ſich der Wind nach Oſten geſezt hatte, und ein mit Hagel vermiſchter Regen in Menge fiel. Indem der Drache im Niederfallen begriffen war, verwickelte ſich die Schnur an ein Vordach; und ſobald ſie davon losgemacht ward, fühlte die Perſon, welche die Schnur hielt, einen ſo ſtarken Schlag in ihren Händen und eine ſo heftige Erſchütterung durch ihren ganzen Körper, daß ſie dieſelbe nicht länger zu halten vermochte, ſondern ſofort fahren laſſen mußte; und als die Schnur an die Füße einiger andern Perſonen fiel, gab ſie ihnen ebenfalls einen, wiewohl bey weitem nicht ſo empfindlichen erſchütternden Schlag.

Herr De Romas ſtellte eine in einen gläſernen Käfich befindliche Taube in ein kleines Gebäude, welches er in der Abſicht hatte errichten laſſen, daß es durch den

vermittelst seines Drachen hernieder gebrachten Blitz zerstört werden sollte. Das Gebäude ward der Erwartung gemäß zerschmettert; der Käfich und die Taube aber blieben unberührt.

Der Abt Nollet *), welcher diese Nachricht ertheilt, fügt hinzu, daß, wenn ein Schlag dieser Art durch den Körper des Herrn de Romas gefahren wäre, der Prof. Richmann wahrscheinlich nicht der einzige gewesen wäre, welcher sein Leben durch die Elektricität eingebüßt habe, und er erinnert, daß bey Unternehmung solcher gefährlichen Versuche große Vorsicht zu gebrauchen sey.

Schon im Jahr 1752 machte Nollet die Bemerkung, daß dergleichen Versuche mit Behutsamkeit angestellt werden müßten, indem er durch Briefe aus Florenz und Bologna benachrichtigt worden sey, daß die Neugierde derjenigen, welche daselbst Versuche angestellt hätten, durch die gewaltsamen erschütternden Schläge, die sie erhalten, als sie aus einer durch Gewitter elektrisch gewordenen eisernen Stange Funken herauslockten, mehr als zu sehr befriedigt worden wäre. Einer seiner Correspondenten meldete ihm, daß einsmals, als er eine mit einer kupfernen Kugel an dem einen Ende versehene kleine Kette an einer großen Kette, welche mit der Stange oben auf dem Gebäude verbunden war, befestigen wollte, ein plötzlicher Blitzstrahl gekommen sey, welchen er zwar nicht gesehen, wovon aber die Kette, wie ein auf Wasser abgebranntes Feuerwerk, zu knistern angefangen habe. In demselben Augenblicke theilte sich die Elektricität der Kette der Kugel mit, und brachte dem Beobachter

*) Lettres sur l'électricité. Vol. II. p. 239.

ter eine ſo heftige Erſchütterung bey, daß ihm die Kugel aus den Händen fiel, und er 4 bis 5 Schritte zurückfuhr. Einen ſolchen heftigen Schlag hatte er bey dem Leydenſchen Verſuche nie bekommen.

De Romas bekam einen ſtarken Schlag, als er ſeinen Drachen zuerſt ſteigen ließ; und Dalibard meldet, daß Monnier und Bertier, als ſie Funken aus ihrer Geräthſchaft herauslocken wollten, zu Boden geſchlagen wurden.

Ein Opfer eines ſolchen elektriſchen Funkens wurde am 6. Aug. 1753 der vorerwähnte Prof. Richmann zu Petersburg. Am Dache ſeines Hauſes hatte er eine eiſerne Stange ausgeſteckt, von welchem metallene Dräthe ins Haus geleitet und am Ende durch einen gläſernen Becher, der zum Theil mit Meſſingſpähnen gefüllt war, iſolirt waren, um die Elektricität daſelbſt anzuhäufen. An einem Drathe hatte er einen Faden aufgehangen, welcher bey Elektriſirung der eiſernen Stange vor dem Drathe floh, und folglich mit dieſem einen Winkel machte. Um dieſen Winkel zu meſſen, hatte er daſelbſt einen Quadranten angebracht. Als er am gedachten Tage Mittags nach 12 Uhr an dem Elektricitätszeiger die Wirkung der Elektricität des an dieſem Tage aufgeſtiegenen Gewitters beobachtete, und ſich gegen denſelben ſeiner Gewohnheit gemäß gebückt hatte, ſo daß er etwa mit ſeinem Kopfe 1 Fuß von dem Ende des Metalles entfernt war, ſo fuhr ein Wetterſtrahl in Geſtalt eines weißblauen Feuerballs, etwa einer Fauſt groß, aus dem Drathe nach ſeinem Kopfe, und warf ihn, ohne daß er einen Laut von ſich gegeben hätte, rückwärts todt zu Boden. Auch der akademiſche Kupferſtecher Sokolow, welchen Richmann gewöhnlich zu ſeinen elek-

elektrischen Versuchen mit sich nahm, ward betäubt niedergestürzt.

Als sich Sokolow wieder aufrichtete und sich der Betäubung wegen an den Schrank lehnte, konnte er das Gesicht des Herrn Richmann vor Dampf nicht sehen, und glaubte auch, daß dieser, wie er, nur umgefallen sey. Da er sich aber wegen des Dampfs einbildete, der Blitz habe einen Brand im Hause verursacht, so eilte er hinaus und zeigte es der nächsten Wache an. Auf den gehörten starken Knall lief die Frau Richmann hinzu, fand den Gang wie mit Pulverdampf erfüllt, den Herrn Sokolow abwesend, und ihren Mann ohne einiges Lebenszeichen rückwärts über dem Kasten gegen die Wand liegen. Man schickte augenblicklich nach Herrn Kratzenstein und einem Wundarzte, und es wurden ihm zwey Adern geschlagen; allein es kam nur ein einziger Tropfen Blut. Am obern Theile der Stirn etwas gegen die linke Seite zu fand man einen länglich runden, mit Blut unterlaufenen Fleck, und am Leibe, vorzüglich auf der linken Seite, vom Halse an bis auf das Hüftbein, 8 theils größere theils kleinere rothe und blaue Flecke. Die übrigen kleinen Flecke sahen aus, als wenn sie von angezündetem Pulver entstanden wären. Am linken Fuße war der Schuh aufgerissen, ohne daß man ein Merkmal einer Versengung daselbst wahrnehmen konnte, nur an dem bloßen Fuße sahe man einen mit Blut unterlaufenen Fleck. Innerlich fand man in der Luftröhre und in der Lunge ausgetretenes Blut, so wie auch besonders die Gekrösdrüse gequetscht, und ihre Einfassung mit ausgetretenem Blute angefüllt war. Nach zweymal 24 Stunden war der Körper in völlige Fäulniß übergegan-

gangen. Nachdem man den Gang beſichtigte, wo dieſer Zufall geſchehen war, fand man, daß der Pfoſten von der offen geſtandenen Thür des Einganges von oben herunter halb geſpalten, und mit der Thür in den Gang geworfen war. Auch war der gläſerne Becher und der Drath zerſchmettert, und glühende Stücke des Draths hatten in das Kleid des Sokolow Striemen eingebrannt. Dieſer traurige Vorfall bewieß unläugbar die Identität der elektriſchen Materie mit der Materie des Blitzes, und man hat auch ſeit dieſer Zeit den Blitz ganz allgemein für ein elektriſches Phänomen anerkannt.

Außer dieſer wichtigen Entdeckung der Gleichheit der Elektricität mit der Materie des Blitzes wurden in dieſem Zeitraume noch ungemein große Fortſchritte in der Lehre der Elektricität gemacht, welche nun nach der Ordnung erzählt werden ſollen.

Es war bisher gemeine Meynung, daß elektriſirte Körper von einer Atmoſphäre von elektriſcher Materie umgeben wären. Franklin [1]), der eben dieſe Meynung annahm, bemerkte, daß dieſe Atmoſphären und die Luft einander nicht auszuſchließen ſchienen, wiewohl es nach ſeinem eigenen Geſtändniſſe ſehr ſchwer zu begreifen iſt, wie dieß zugehe, wenn man bedenke, daß ſie einander zurückſtoßen, wie man durchgängig von ihnen behauptet.

Ein rings um einen dicken Drath herum, welcher in einer Phiole geſteckt iſt, hervorgebrachter elektriſcher Dunſtkreis treibt nicht das geringſte von der darin enthaltenen Luft heraus; eben ſo wenig wird, wenn man dieſe Atmoſphäre zurückzieht, die geringſte Luft

[1]) Lettres. p. 97. ſqq.

Luft mit Gewalt hinein dringen, wie er durch einen gewissen mit Sorgfalt angestellten Versuch gefunden hat; woraus er ebenfalls schloß, daß die Elektricität der Luft dadurch nicht verändert würde. Der Versuch ward mit einem kleinen gläsernen Heber angestellt, wovon der eine Schenkel durch den Kork in der Flasche hindurch gieng; der andere Schenkel hatte einen Tropfen rother Tinte in sich, welcher sich bey der geringsten Veränderung der Temperatur der Luft, welche die Phiole enthielt, sogleich bewegte; wenn die Luft aber elektrisch war, ganz unverändert blieb.

Er stellte auch einen Versuch an, welcher gleichsam die Unbeweglichkeit dieser Atmosphären durch irgend eine äußere Kraft, wofern es dergleichen gab, zu beweisen schien; andere hingegen halten dieß lieber für einen Beweis gegen ihr Daseyn. Er elektrisirte eine große Korkkugel, welche an das Ende einer 3 Fuß langen seidenen Schnur befestigt war, nahm das andere Ende davon in seine Hand, drehete es gleich einer Schleuder an hundert mal vermittelst der möglichst sanftesten Bewegung, welche er demselben nur geben konnte, in der freyen Luft herum, und bemerkte, daß sie ihre elektrische Atmosphäre noch immerfort behielt, ungeachtet sie durch 800 Yards Luft hatte hindurch gehen müssen.

Um zu zeigen, daß ein Körper auf seiner Oberfläche eine größere oder kleinere Quantität elektrischer Materie bekommen und behalten könne, nachdem er sich in verschiedenen Umständen befindet, durch welche er entweder ausgedehnt oder zusammengezogen wird, stellte er folgenden Versuch an. Er nahm ein gutes Weinglas, und nachdem er solches auf dem

Fuß-

Fußboden geſtellt hatte, ſetzte er oben auf daſſelbe einen kleinen ſilbernen Topf und füllte dieſen mit einer ohngefähr 9 Fuß langen meſſingenen Kette. An dem einen Ende der Kette war eine ſeidene Schnur angebunden, welche über eine an der Decke befeſtigte Rolle gieng, und ihn in den Stand ſetzte, daß er die Kette, ſo weit er wollte, aus dem Topfe herausziehen, ſie 1 Fuß hoch in die Höhe heben, und allmählig wieder in das Gefäß hinunter laſſen konnte. An der Decke war noch ein anderer Faden von roher und feiner Seide befeſtigt, und ein an dieſer Seide angebundenes leichtes Flöckchen Baumwolle berührte bey ſeiner ſenkrecht herabhangenden Stellung die eine Seite des Gefäßes. Nachdem alles ſo eingerichtet war, brachte er den Henkel eines mit der Elektricität angefüllten Fläſchchens an das ſilberne Gefäß, da denn der Funke herausfuhr, und ſich rund um daſſelbe in einer elektriſchen Atmoſphäre ausbreitete. Die Baumwolle ward ſogleich 9 bis 10 Zoll weit von dem Gefäße zurückgeſtoßen, und dieſes zog in dieſem Zuſtande keinen Funken mehr aus dem Halſe der Phiole. Sobald er aber die Kette nach und nach herauszog, ſo war es ganz anders. Denn die Atmoſphäre des Gefäßes, die mit ihr in die Höhe zu gehen genöthigt war, ward geringer; das Flöckchen Baumwolle näherte ſich demſelben ſtuffenweiſe, und als er den Henkel des Fläſchchens wieder an das Gefäß hielt, ſo gab er demſelben eine neue Ladung, und die Baumwolle entfernte ſich alſobald wieder bis auf ihre erſte Weite. Der Topf zog alſo deſto mehr aus dem Fläſchchen, je höher die Kette ſich erhob, weil dieſer Topf mit ſeiner Kette von einer größern Atmoſphäre umgeben war, als eben dieſer Topf hatte, wenn die Kette inwendig in demſelben auf einem Haufen zuſammen lag.

lag. Auch war es ganz natürlich, daß die Vermehrung und Verminderung der elektrischen Atmosphäre sich nach der Erhebung und der Erniedigung der Kette richten mußte, weil die Atmosphäre der Kette sich aus der Atmosphäre des Topfes in dem Maaße, wie die Kette in die Höhe gieng, herauszog, und durch das Niedersinken der Kette wieder zu seiner Quelle zurückkehrte. Diese Veränderung sahe man mit Augen, indem die Baumwolle sich in dem ersten Falle allezeit dem Topfe näherte, und in dem zweyten allemal von demselben entfernte. Hieraus, sagt er, erhellt, daß ein Körper, dessen Oberfläche weiter ausgedehnt wird, sich in einem solchem Zustande befindet, daß er eine größere Atmosphäre erhalten kann.

Um elektrische Atmosphären einiger Maaßen sichtbar zu machen, pflegte Franklin Harz auf heiße eiserne Platten, welche unter elektrisirten Körpern gehalten wurden, zu tröpfeln, da dann in einem stillen Zimmer der Rauch aufstieg, und sichtbare Atmosphären um die Körper herum darstellte, welche ihnen ein sehr schönes Ansehen gaben. Bey Erforschung, unter welchen Umständen das Zurücktreiben zwischen einer elektrisirten eisernen Kugel und einer kleinen Korkkugel eine Veränderung erlitte, bemerkte er, daß der Rauch vom Harz ihr Zurücktreiben nicht vernichtete, sondern von dem Eisen sowohl als auch von dem Korke angezogen ward.

Er beobachtete, daß Silber, worauf er den elektrischen Funken hatte fallen lassen, einen blauen Flekken bekam, und daß Eisen davon zerfressen zu seyn schien; auf Gold, Kupfer oder Zinn hingegen konnte er nie den geringsten Eindruck gewahr werden. Die Flecke auf dem Silber oder Eisen waren allemal gleich,

der Funken mochte von Bley, Kupfer, Gold oder Silber darauf gefallen ſeyn; und der Geruch des elektriſchen Feuers war derſelbe, durch was für Körper daſſelbe auch hindurch geleitet worden war.

Während ſich Franklin in Philadelphia mit dem Gegenſtande der Elektricität beſchäftigte, that ſich beſonders ſein Freund Kinnersley zu Boſton in Neuengland hervor. Es gelang ihm, die beyden einander entgegengeſetzten Electricitäten des du Fay, des Glaſes und Schwefels, wieder zu entdecken, welche ſowohl ihm als auch Franklin damals gänzlich unbekannt waren. Kinnersley hatte aber vor du Fay viel voraus; denn da er ſeine Verſuche zu einer Zeit, wo die Wiſſenſchaft viel weiter gekommen war, anſtellte, ſo ſahe er, daß die beyden einander entgegengeſetzten Elektricitäten des Glaſes und Schwefels gerade dieſelben poſitiven und negativen Elektricitäten waren, welche kurz vorher Watſon und Franklin entdeckt hatten.

Er bemerkte, daß eine Korkkugel, welche durch einen Leiter von elektriſch gemachtem Glaſe elektriſirt worden, von elektriſch gemachtem Bernſtein und Schwefel angezogen, und von elektriſch gemachtem Glaſe und Porzellan zurückgeſtoßen ward; daß, wenn man die Kugel mit dem Drathe einer geladenen Phiole elektriſirte, dieſelbe von elektriſch gemachtem Glaſe zurückgeſtoßen, von elektriſch gemachtem Schwefel hingegen angezogen ward; und daß, wenn er dieſelbe mit Schwefel oder Bernſtein elektriſirte, ſo lange bis ſie von demſelben zurückgeſtoßen ward, ſie von dem Drathe der Phiole angezogen und von ihrem Ueberzuge zurückgeſtoßen ward. Dieſe Verſuche ſetzten ihn in Erſtaunen. Durch die Aehnlichkeit ward er aber veranlaßt,

anlaßt, folgende paradoxe Sätze, wie er sie nennt, durch Vernunftschlüsse herzuleiten, welche nachher auf sein Ersuchen von Franklin berichtigt wurden:

1. Wenn eine Glaskugel an dem einen Ende, und eine Schwefelkugel an dem andern Ende eines ersten Leiters angebracht wird, so ist nicht ein einziger Funken aus dem Leiter herauszubringen, sondern die eine Kugel zieht eben so geschwind heraus, als die andere beybringt.

2. Wenn die Phiole an den Leiter vermittelst einer Kette von ihrem Ueberzuge bis nach dem Tische gehängt, und bloß eine Kugel auf einmal gebraucht wird, so geben ihr z. B. 20 Umdrehungen des Rades die Ladung; nachher entladen sie eben so viel Herumdrehungen des andern Rades; und eben so viel neue laden sie abermals.

3. Wenn beyde Kugeln in Bewegung sind, und jede einen besondern Leiter hat, mit einer an dem einen derselben angehängten Phiole, und mit einer an dem andern befestigten Kette, so wird die Phiole geladen, indem die eine Kugel positiv, und die andere negativ ladet.

4. Wenn man die auf solche Art geladene Phiole auf gleiche Weise an den andern Leiter hängt, und beyde Räder wieder in Gang bringt, so wird dieselbe Anzahl von Herumdrehungen, von welcher dieselbe vorher geladen ward, sie nunmehr entladen, und wenn dieselbe Anzahl wiederholt wird, sie abermals laden.

5. Wenn jede Kugel mit demselben ersten Leiter in Verbindung steht, und eine Kette davon nach dem Tische hängt, so wird die eine derselben, wenn sie in Bewegung ist, durch das Kissen hindurch Feuer

heraufziehen, und dieſelbe durch die Kette entladen; die andere wird das Feuer durch die Kette hindurch heraufziehen, und dieſelbe durch das Kiſſen entladen.

Als Kinnersley ſeinem Freunde Franklin anrieth, die Verſuche mit der Schwefelkugel zu verſuchen, ſo warnte er ihn, zu dem Kiſſen keine Kreide zu gebrauchen, und bemerkte, daß etwas fein geſtoßener Schwefel zu dieſer Abſicht beſſer ſey. Uebrigens hoffte er, daß, wenn Franklin finden ſollte, daß beyde Kugeln den erſten Leiter auf verſchiedene Art laden, er vermögend ſeyn würde, eine Methode zu entdecken, zu beſtimmen, welche von beyden ſich poſitiv lade.

Franklin glaubte anfänglich nicht, daß Kinnersley's Verſuche und Wahrnehmungen einigen Grund hätten; er vermuthete vielmehr, daß das von dieſem bemerkte Anziehen und Zurückſtoßen von den größern oder kleinern Quantitäten des aus verſchiedenen Körpern erhaltenen elektriſchen Feuers herrührte. Als er aber bey angeſtelltem Verſuche fand, daß Kinnersley's Hauptſatz durch Begebenheiten als wahr beſtätiget ward, ſo ſetzte er in die übrigen weiter keinen Zweifel.

Folgende Gründe beſtimmten Franklin, die Meynung zu behaupten, daß die Glaskugel poſitiv, und die Schwefelkugel negativ lade:

1. Weil, ungeachtet die Schwefelkugel von gleicher Güte mit der Glaskugel zu ſeyn ſchien, bey jener doch niemals ein ſo großer und entfernter Funken zwiſchen ſeinem Finger und Leiter zum Vorſchein kommen wollte, als wenn er ſich der Glaskugel bediente. Was er zur Beſtätigung dieſes Beweiſes hinzuſetzt, ſcheint kein Genüge zu leiſten. Er behauptet nämlich,

lich, daß Körper von einer gewissen Dicke die Quantität elektrischer Materie nicht so leicht fahren lassen könnten, welche sie besitzen und innerhalb ihrer Substanz angezogen hätten, als sie einen Zusatz von Quantität auf ihrer Oberfläche, vermittelst der Atmosphäre, annehmen könnten, und daß daher nicht so viel aus dem Leiter herauszuziehen wäre, als darauf gebracht werden könne.

2. Er bemerkte, daß der Feuerstrom, oder der Busch feuriger Strahlen, welcher sich an dem Ende des um den Leiter gelegten Draths zeigte, lang und breit war, weit aus einander fuhr, und einen schnappenden Laut verursachte, wenn er sich der Glaskugel bediente; daß derselbe hingegen beym Gebrauche der Schwefelkugel kurz und schmal war, und einen zischenden Laut bewirkte. Eben so beobachtete er, daß beyde Fälle sich gerade umgekehrt verhielten, wenn er denselben Drath in seiner Hand hielt, und die Kugeln abwechselnd gebraucht wurden. Der Feuerbusch war breit, lang, aus einander fahrend, und schnappend, wenn die Schwefelkugel herumgedreht ward. Wenn der Feuerbusch lang, breit und weit aus einander fahrend war, so kam es Franklin vor, als wenn der Körper, mit dem er sich vereinigte, das Feuer hinausstieß; und wenn sich das Gegentheil zeigte, kam es ihm vor, als wenn er es einsaugte.

3. Wenn er das Gelenk seines Fingers vor der Schwefelkugel hielt, so bemerkte er, daß der Feuerstrom zwischen seinem Gelenke und der Kugel sich über dessen Oberfläche zu verbreiten schien, als wenn derselbe aus dem Finger käme; vor der Glaskugel hingegen verhielt es sich ganz anders.

4. Er beobachtete, daß der kühle Wind, welchen man gleichsam aus einer elektrisirten Spitze herausfahrend fühlt, bey der Glaskugel weit merklicher war, als wenn er sich der Schwefelkugel bediente. Ungeachtet dieß die besten Beweise von dem Laufe der elektrischen Materie sind, welche die Sinne geben können, so hielt doch Franklin dieses nur für übereilte Gedanken. Wenn man auch bedenkt, daß die Geschwindigkeit der elektrischen Materie in einem Umkreise von einigen Meilen fast augenblicklich ist, so kann in Wahrheit nicht vorausgesetzt werden, daß das Auge zu unterscheiden vermögend seyn sollte, was für einen Weg dieselbe in einem Raume von einem oder zwey Zoll nehme.

Auch sind seit Franklin's Zeiten sehr große Verbesserungen in Absicht der elektrischen Geräthschaft gemacht worden. Des Prof. Bosen's Beatifikation gab dem D. William Watson [u]) in England Veranlassung, eine Elektrisirmaschine zu erfinden, durch welche sehr starke Elektricität erregt werden könnte. Er legte hiebey die Einrichtung der deutschen Gelehrten, mit welchen er im Briefwechsel stand, zum Grunde, ließ aber durch sein Rad vier über einander stehende Glaskugeln auf einmal drehen, die sich an vier Kissen rieben. Priestley hat diese Maschine in seiner Geschichte der Elektricität Taf. V. Fig. 1. abgebildet.

Bald nachher gab Wilson eine andere Elektrisirmaschine an, welche weniger Raum erfordert. Priestley hat sie am a. O. Taf. V. Fig. 2. abgebildet. Ein Glascylinder wird durch ein daneben stehen

u) Exper. and observ. on electricity. Lond. 1745. 8.

hendes Rad gedreht, und reibt sich an einem unten angebrachten Kissen. Der erste Leiter ruht auf seidenen Schnüren, die an vier hölzernen Säulen auf dem Gestell der Maschine selbst gebunden sind. An dieser Maschine findet sich zum erstenmale der Leiter mit dem Cylinder durch einen Zuleiter oder Collector, d. i. durch einen Kamm mit metallenen Spitzen, verbunden. Es sind aber Cylinder und Reibzeug nicht genug von andern Körpern entfernt, auch liegt der Leiter nicht fest.

Um Kugeln von großem Durchmesser in ziemlich kleinen Gestellen sehr schnell bewegen zu können, versahen sie die englischen Künstler mit Zahn und Getriebe, welches sie in ein messingenes Gehäuse einschlossen. Ein mit der Kurbel umgedrehtes Stirnrad greift in ein Getriebe, das an der Axe der Kugel fest ist. Musschenbroek lobt diese Maschinen sehr; sie verursachen aber, wenn sie nicht sehr fein und genau gearbeitet sind, ein unangenehmes Gerassel. Dabey kann man die Axe der Kugel vertikal stellen, oder horizontal legen. Brignoli x) kam gar auf den Gedanken, die Axe des Cylinders oder der Kugel mit der Weltaxe parallel zu legen; allein die Lage der Axe thut gar nichts zur Sache.

Eine solche mit Zahn und Getriebe versehene Maschine mit vertikaler Axe von Nairne beschreibt Priestley a. a. O. Taf. VI. Fig. 1. Der Leiter ruht auf seidenen Schnüren, die an vier aus dem Gestell hervorgehende Arme befestigt sind. Das Kissen wird an die Kugel durch eine federnde Stange angedruckt, an

x) Hamburg. Magaz. B. III. S. 565.

an der es feſt iſt, und die auf dem Gehäuſe des Räderwerks aufſteht. Dieſe Maſchine iſt tragbar, und läßt ſich auf einen Tiſch aufſchrauben.

Eine andere ebenfalls von engliſchen Künſtlern erfundene Maſchine hat folgende Einrichtung. In einem Gehäuſe iſt eine Schraube ohne Ende, die von einem Stirnrade umgetrieben wird, das man mit einer Kurbel dreht. Die ganze Maſchine wird mit Schrauben an den Tiſch feſt gemacht. Am Fußbrete iſt eine ſtählerne Feder, welche das Kiſſen feſt hält und an den Cylinder andruckt. Aus dem Fußbrete gehen zwey kupferne Stäbe hervor, auf dieſen ſtehen zwey andere, an welchen wieder ein Paar andere angebracht ſind. An jedem Ende der letztern ſind ſeidene Fäden angeknüpft, in welchen der hohle Conduktor hängt. In dem vordern Ende dieſes Conduktors iſt ein doppelter Drath von vergoldetem Kupfer, der vorn breit geſchlagen iſt; dieſer Drath iſt elaſtiſch, druckt ſich an den Cylinder an, und leitet deſſen Elektricität dem Conduktor zu. An dem andern Ende des Conduktors befindet ſich in der Mitte ein Loch, worin man einen Drath ſtecken, oder eine Kette anhängen kann.

Eine andere von Read, einem engliſchen Künſtler, erfundene Maſchine, welche Prieſtley a. a. O. Taf. VI. Fig. 2. abbildet, hat einen ſenkrecht ſtehenden Cylinder, deſſen Axe unten im Fußbrete und oben in einem vom Fußbrete heraufgehenden meſſingenen Bogen ruht. Unten hat die Axe einen Würtel, und wird durch eine hölzerne dem Tiſche parallel liegende Scheibe, vermittelſt einer Schnur ohne Ende, gedreht. Der Leiter ſteht auf einem Glasbecher, der ihn iſolirt, und iſt an dem Ende gegen den Cylinder ausge-

gezackt. Das Kissen wird durch eine am messingenen Bogen angebrachte Feder gehalten und angedruckt. Priestley rühmt diese Maschine als bequem für Aerzte, besonders weil der Leiter so fest stehe. Auch kann man den Glasbecher, der ihn trägt, belegen, und sogleich als Leydner Flasche brauchen. Das Umdrehen der horizontalen Scheibe aber erfordert eine unbequeme Bewegung des Arms.

Priestley a. a. O. Taf. VII. VIII. giebt zwey Maschinen von seiner eigenen Erfindung an. Er nennt die eine wegen ihres allgemeinen Gebrauchs eine Universalelektrisirmaschine. Das Gestell besteht aus zwey Bretern, welche durch zwey kleine Querhölzer in einer parallelen Lage gegen einander gehalten werden. Diese Breter werden horizontal auf einen Tisch gelegt, und das unterste mit eisernen Klammern daran befestigt. Es stehen darauf zwey Säulen von gedörrtem Holz und das Kissen. Die eine Säule läßt sich zugleich mit der Feder, welche das Kissen trägt, in einem Falze verschieben, welcher der Länge nach durch das Bret geht, und kann durch Schrauben in die gehörige Entfernung von der andern gestellt werden. Die andere steht fest, und geht in das untere Bret hinein. Die Säulen haben Löcher, in welche man die Spindeln mehrerer Cylinder oder Kugeln einlegen kann. Bey dieser Einrichtung ist aber nicht zu sehen, wie man bey dem Gebrauche mehrerer Kugeln, wenn sie über einander stünden, an jede ein besonderes Kissen würde anbringen können.

Das Kissen ist eine hohle kupferne Schüssel, mit Pferdehaaren ausgestopft, und mit Corduan überzogen. Es ruht auf einem Fuße, der die cylindrische Axe einer runden Scheibe von gedörrtem Holze auf-

nimmt, wovon das andere Ende in dem Schnabel einer gebogenen Stahlfeder steht. Die Feder ist mit einer Schraube versehen, durch welche man sie nach Gefallen anziehen oder nachlassen kann.

Das Rad ist an dem Tische fest. Es hat mehrere Einschnitte, um Schnüre einzulegen, wenn man mehr Kugeln oder Cylinder auf einmal gebrauchen will, und da es gar nicht mit dem Gestell zusammenhängt, so kann man es allemal in die Entfernung bringen, die die Länge der Schnur erfordert.

Der erste Leiter ist ein hohles birnförmiges Gefäß von Kupfer, daß den Stiel aufwärts kehrt, mit dem untern Theile aber auf einem Stativ von gedörrtem Holze steht. Von dem Stiele aus geht an die Kugel ein gebogener Messingdrath, am Ende mit einem Ringe, worin man einige kleine spitzige Drathe steckt, welche ganz leicht an die Kugel anspielen, und die Elektricität aus ihr einsammlen.

Priestley's zweyte Maschine ist nach denselben Grundsätzen eingerichtet, dient aber nur für eine Kugel, die nebst Rad und Kissen auf ein dreyfüßiges Stativ gebracht ist. Der Leiter ist eben so, wie der vorige, und wird auf einem Tisch befestigt, neben welchem man das Stativ aufstellt.

Um das Jahr 1766 wurden die Elektrisirmaschinen mit runden Glasscheiben bekannt, welche Ramsden in London mit vielem Beyfall verfertigte. Dieser englische Künstler gab sich für den Erfinder derselben aus, wofür ihn auch Priestley in der ersten Ausgabe seiner Geschichte der Elektricität erklärt, in der zweyten aber den D. Ingenhouß als Erfinder genannt hat.

Si-

Sigaud de la Fond y) erzählt, daß er 1756 eine Scheibe von Krystallglas an einer Axe gedreht mit Vortheil als Elektrisirmaschine gebraucht, als sie ihm aber durch den allzustarken und ungleichen Druck des Kissens zersprungen sey, diesen Gedanken wieder aufgegeben habe. Nach einer Nachricht in der allgemeinen deutschen Bibliothek z) ist der eigentliche Erfinder dieser Maschinen Planta, Stifter und ehemaliger Director des Haldensteinischen Seminariums, der sich derselben um das Jahr 1760 bedient hat.

D. Ingenhouß a) sagt, daß er seit dem Jahre 1764 angefangen habe, sich der Glasscheiben zu bedienen, weil er von der Reibung derselben auf beyden Seiten sich viel versprochen habe. Er habe noch eine sehr unvollkommene Probe davon dem D. Franklin und andern Freunden in London gezeigt, worauf sie bald von Ramsden und andern Künstlern nachgemacht worden.

Diese Maschine besteht aus einer kreisrunden Glasscheibe, welche in vertikaler Stellung mit einer Kurbel gedreht wird, die an einer eisernen mitten durch die Glasscheibe hindurchgehenden Axe befestigt ist. Die Scheibe wird an vier ovalen Kissen gerieben, die ohngefähr 2 Zoll breit sind, und wovon zwey an jeder Seite der Scheibe an den beyden Enden ihres vertikalen Durchmessers stehen.

Das Gestell besteht aus einem Brete, das man mit einer eisernen Klammer an den Tisch befestigen

y) Précis des phénomén. électriq. P. I. sect. I. c. 2.

z) Anhang zum 13–24 Bande. 1te Abth. S. 549.

a) Vermischte Schriften, herausgeg. von Molitor. Aufl. 2. Wien 1784. 8. B. I. S. 172.

gen kann. Auf diesem Brete stehen zwei Säulen, die mit einander parallel laufen, und oben verbunden sind. Diese tragen in ihrer Mitte die Axe der Glastafel, und an sie sind auch die Kissen befestigt. Der Leiter ist eine hohle Röhre von Messing, an deren Ende sich zwey Arme ausbreiten, welche bis nahe an das Glas reichen, und durch Spitzen am Ende die Elektricität einsammlen. Umständlicher beschreiben diese Maschine Schmidt [b]) und d'Inarre [c]).

Auch erdachten die Elektrisirer verschiedene Arten, die Elektricität zu erregen, und Methoden, sie zu verstärken. Canton [d]) rieb vorher die Röhren mit Seidenzeug, das vorher mit Leinöl getränkt worden war, und hatte durch eine lange Erfahrung bemerkt, daß es die stärkste Wirkung hervorbrachte; jedoch hatte er nicht gefunden, daß es auch beym Reiben der Kugeln von verhältnißmäßigem Nutzen war.

Bey einer andern Gelegenheit hatte Canton [e]) bemerkt, daß vermittelst dieses Reibzeuges ein massiver gläserner Cylinder, welcher so lange an das Feuer gehalten worden, bis er ganz trocken war, eben so leicht elektrisch gemacht werden konnte, als eine gläserne Röhre, so daß derselbe in jeder Absicht wie eine gläserne Röhre wirkte, und daß ihn sogar der erste Zug bereits stark elektrisch machte.

Die wichtigste Verbesserung aber, welche Canton [f]) zur Verstärkung der elektrischen Kraft entdeckte,

b) Beschreibung einer Elektrisirmaschine u. der. Gebrauch. Jena 1773. 4.
c) Von der Elektricität. Th. I. Frankf. 1784. 8. S. 23 f. Taf. IV.
d) Philosoph. Transact. Vol. XLVII. p. 239.
e) Ibid. Vol. XLVIII. P. II. p. 784.
f) Ibid. Vol. LII. P. II. p. 461.

te, war, daß er auf das Kissen der Kugel, oder auf das öligte Seidenzeug, womit die Röhre gerieben ward, etwas weniges von einem Amalgama aus Quecksilber und Zinn mit ein wenig gemeiner oder auch spanischer Kreide strich. Auf solche Art läßt sich eine Kugel oder Röhre zu einem sehr hohen Grade durch geringes Reiben elektrisch machen, vorzüglich, wenn man das Reibezeug, nach Erfordern der Umstände, entweder feuchter oder trockener hält.

Wilke versichert, daß, wenn man eine Glasröhre mit wollenem Zeuge, welches man vorher mit weißem Wachse oder Oele überstrichen hat, reibt, sie Flammen mit einem starken Geknister im Dunkeln von sich gebe. Dergleichen Flammen, sagt er, kamen seines Wissens niemals aus einer Kugel zum Vorschein, außer bisweilen, wenn sie zuerst gebraucht wurde.

Um diese Zeit erhielt die elektrische Geräthschaft durch die Entdeckung Peter Wendelin Ammersin's aus der Schweiz, eine ansehnliche Vermehrung, welcher in seinem zu Lucern im Jahre 1754 herausgegebenen lateinischen Werke zeigte, daß Holz, welches man bis zum Braun- oder Schwarzwerden gedörrt hat, ein Nichtleiter der Elektricität sey. Er räth an, das Holz in Leinöl zu sieden, oder dasselbe, nachdem es gedörrt worden, mit Firniß zu überziehen, um auf solche Art zu verhüten, daß sich keine Feuchtigkeit in dessen Zwischenräume wieder hineinziehe; und setzt hinzu, daß ein auf solche Art zubereitetes Holz stärkere Erscheinungen der Elektricität hervorzubringen scheine, als selbst Glas. Er bediente sich selbst gemeiner hölzerner Maaße, dergleichen man gemeiniglich in den Scheunen antrifft, welche er zuerst hatte

in

in Oel ſieden und nachher einfaſſen laſſen, ſo daß man ſie vermittelſt eines Rades herumdrehen konnte.

Auch bemerkt Wilſon, daß ſich Watſon zur nöthigen Unterſtützung eines langen Draths, bey einem unweit Shooter'shill in der Abſicht angeſtellten Verſuche, um die Geſchwindigkeit der elektriſchen Materie zu beſtimmen, Pfähle von trockenem Holze bedient habe, die, wie er ihm erzählt hatte, im Ofen gedörrt worden waren, um zu verhüten, daß die elektriſche Materie ſich nicht in den Erdboden hinein ziehen möchte.

Eine noch andere Methode zur Erregung der Elektricität, als vermittelſt im Ofen gedörrten Holzes, war diejenige, deren ſich Beccaria [g]) bediente. Er legte nämlich ein trockenes und gewärmtes Katzenfell über ſeine gläſerne Kugel, und erregte, indem er dieſelbe mit ſeiner Hand rieb, eine ſehr ſtarke Elektricität.

Die älteſte Methode, eine negative Elektricität zu erregen, war die vermittelſt Schwefelkugeln. Le Roi verfertigte dieſe dadurch, daß er einen Ueberzug von Schwefel auf eine Glaskugel legte, und dieſelbe alsdann mit einem heißen Eiſen glättete; der Abt Nollet [h]) aber zog das Schmelzen des Schwefels an der inwendigen Seite der Glaskugel vor, und brach alsdann das Glas davon ab, weil dieſe Methode eine weit feinere Glätte verurſachte. Er verfertigte eine Kugel aus einer Vermiſchung von Schwefel und zerſtoßenem Glaſe; fand aber, daß dieſelbe eben dergleichen Wirkung hatte, als wenn ſie aus lauter Schwefel beſtanden

g) Lettere dell' elettriciſmo. p. 58.
h) Lettres ſur l'électricité. Vol. II. p. 121.

den hätte. Er sagt, daß, wenn ein Theil dieser Kugel durch Reiben elektrisch gemacht worden, die ganze Oberfläche elektrisch geworden sey.

Seitdem Canton die Entdeckung der negativen Elektricität des rauhen Glases gemacht hatte, bedienten sich einige Naturforscher gläserner Kugeln, welche sie mit Schmergel rauh gemacht hatten, und die gewöhnliche Methode, deren Glätte herunter zu bringen, war, daß sie dieselben rieben, während sie auf ihrer Axe herumgedreht wurden. Spengler aber, ein mathematischer Instrumentenmacher zu Kopenhagen, bemerkt in seinen Briefen über die Elektricität, daß Glaskugeln, welche man rauh macht, indem man den Stein oder Schmergel von einem Pole zum andern darüber hinweggehen läßt, eine weit stärkere Kraft besitzen; indem diese Methode, die Glätte des Glases wegzubringen, ihm eine größe Rauhigkeit in Ansehung des Reibzeuges ertheilt.

Priestley führt hingegen eine weit bessere und leichtere Methode, eine negative Elektricität hervorzubringen, als alle übrigen an. Sie besteht darin, daß man das Reibzeug einer glatten Kugel isolirt, und mit einem ersten isolirten Leiter in Verbindung setzt, da unterdessen der gemeine Leiter mit dem Fußboden verbunden ist.

Torbern Bergmann zu Upsal meldet, daß er sehr oft seine Glaskugeln, wenn sie nicht zu einem gehörigen Grade der Stärke elektrisch gemacht werden konnten, mit einer dünnen Schwefelkruste überzogen habe, und daß sie alsdann eine weit stärkere positive Elektricität als zuvor geäußert hätten.

Mollet i) berichtet, daß die Naturforſcher in Italien und an andern Orten einen Ueberzug von Pech oder andern harzigen Materien an die innere Seite der Glaskugeln anzubringen pflegten, welches dieſelben allemal ſehr kräftig machen ſoll.

Er beobachtete auch k), daß nicht alle Glasarten gleich gut zur Elektricität ſind. Er giebt einige, aber nur ſehr wenige an, die ſich gar nicht elektriſiren laſſen; ein ſolches iſt dasjenige, woraus man zu St. Gobin in der Picardie die Spiegelgläſer macht; er hatte es in Form der Röhren, der Kugeln und in platter Form zu allerley Zeit verſucht; aber nur geringe Zeichen der Elektricität daraus erhalten können. Auch das Glas, woraus man Fenſter macht, und dasjenige, was zu Trinkbechern dient, wenn es friſch verfertigt worden, ließ ſich ebenfalls ſehr ſchwer elektriſiren. Erſt nach Verlauf vieler Monate und mannichmal ganzer Jahre konnte er dergleichen erſt zum Elektriſiren gebrauchen.

Er hält es für ſicher, daß das Glas durch die Gewalt des Reibens weit geſchickter zu den elektriſchen Verſuchen werde; einige Kolben und Kugeln aus den kleinen franzöſiſchen Glashütten, welche anfänglich eine ſehr ſchwache Elektricität geäußert hatten, wurden endlich, nachdem ſie etliche Monate in der Uebung geweſen, ſehr gute Werkzeuge.

Ferner bemerkt er, daß man weder auf die Durchſichtigkeit, noch auf die Farbe des Glaſes ſehen dürfe, wenn man den Grund von dieſen Mannichfaltigkeiten angeben wolle, weil eben daſſelbe Glas in der Folge der Zeit

i) Lettres ſur l' électricité. Vol. II. p. 122.

k) Leçons de phyſ. exper. Vol. VI. p. 273 ſqq.

Zeit die elektrische Kraft erlange, welche es anfänglich nicht hatte.

Nollet konnte nicht gewiß sagen, woran es liege, daß gewisses Glas durch Reiben zu elektrisiren und nicht zu elektrisiren ist; aber er muthmaßte, daß dieses hauptsächlich von seinem Grade der Härte und des Glühens herrühre. Auf diese Gedanken ward er dadurch gebracht, weil dasjenige von den französischen Manufakturen zu St. Gobin und zu Cherbourg, das unter allen Arten von Glas in Frankreich am härtesten, dichtesten und besten ausgeglüht ist, auch zu gleicher Zeit am schwersten zu elektrisiren war, da das Krystallglas von England und das von Böhmen u. s. w., welches viel zarter ist, das beste unter allen zu den elektrischen Versuchen war.

Auch bemühten sich die Naturforscher, die Elektrometer zu verbessern, und besondere Einrichtungen anzugeben. Die Herren le Roy und d'Arcy [1]) beschreiben eine Art, die Stärke des Zurückstoßens zu messen. In einem großen ganz mit Wasser angefülltem Gefäß (fig. 8.) ab schwimmt ein Glas cd, wie ein Aräometer geformt, dessen Stiel 12 Zoll lang und 1 Linie dick ist; es muß im natürlichen Zustande bald bis an den Boden des Gefäßes herabsinken. Das Gefäß ist mit der messingenen Scheibe h zugedeckt. Diese hat in der Mitte ein Loch, durch welches der Stiel v hindurchgeht. Damit der Stiel nicht umschlage, ist Quecksilber unten bey cd, auch sind Silberfäden über das Loch in der Scheibe h gespannt, zwischen welchen er auf- und absteigen kann.

Oben

1) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. 1749.

Oben am Ende des Stiels iſt ein meſſingenes Scheibchen l, von $14\frac{1}{6}$ Lin. Durchmeſſer. Wenn nun dieß alles iſolirt und mit einem elektriſirten Leiter verbunden iſt, ſo ſtößt die Scheibe h das nahe an ihr liegende Plättchen l ab, und erhebt dadurch das Aräometer. Kann man die Höhe meſſen, auf welche es erhoben wird, ſo läßt ſich aus dem bekannten Gewichte deſſelben, und dem Verhältniſſe des Stiels zum ganzen Körper die Kraft des Abſtoßens berechnen. Die Erfinder ſchlagen vor, ein mattgeſchliffenes Glas mit Parallellinien bezogen gegen die Maſchine zu ſtellen, vermittelſt eines Lichts den Schatten des Gefäßes darauf fallen zu laſſen, und ſo aus der Zahl der Parallellinien, durch welche der Schatten des Plättchens l ſteigt, auf das Steigen des Plättchens ſelbſt zu ſchließen.

Ein anderes Elektrometer gab Lane [m]) an, um mittelſt ſelbigem beſtändig Funken oder Schläge von gleicher Stärke zu erhalten. Dieß Elektrometer iſt unter dem Nahmen des Ausladeelektrometers bekannt und hat folgende verbeſſerte Einrichtung. An den Knopf (fig. 9.) f einer Leydner Flaſche wird ein gläſerner Stab fd angebracht, der in die meſſingene Haube d eingekittet iſt. Aus d geht ein ſtarker Meſſingdrath ſenkrecht hervor, deſſen Ende ſo hoch hinaufreicht, als der Mittelpunkt des Knopfes b ſteht, der noch über dem Knopfe f auf dem weiter hinaufreichenden Stabe der Flaſche befeſtigt iſt. Auf dieſem Drathe ruht eine meſſingene Hülſe, durch welche man das Stäbchen ce, welches an einem Ende den Knopf c, am andern den Ring e hat, vor- und rückwärts ſchieben kann, um den Knopf c in jede be-

lie-

m) Philoſ. Tranſ. Vol. LVII. p. 451.

liebige Entfernung von dem Knopfe b zu bringen. Man kann auch auf dem Stäbchen ce eine Eintheilung anbringen, um die Entfernung der Knöpfe b und c desto genauer abmessen zu können. Man setze, die Flasche sey so an den ersten Leiter der Maschine angesetzt, daß sie ihn mit dem Knopfe b berührt, der Knopf c stehe $\frac{1}{2}$ Zoll von b ab, und von e bis an die äußere Belegung der Flasche bey c sey eine leitende Verbindung gemacht. Wird nun unter diesen Umständen die Elektrisirmaschine in Bewegung gesetzt, so ladet sich die Flasche. Sobald aber die Ladung so stark ist, daß sie durch die Entfernung bc schlagen kann, so erfolgt ihre Entladung. Fährt man immer fort, die Maschine zu drehen, so ladet sich die Flasche aufs neue, bis bey der vorigen Stärke der Ladung die Entladung wieder erfolgt u. s. w. So kann man mehrere Schläge von immer gleicher Stärke erhalten, und durch Körper führen, die in die leitende Verbindung ec gebracht werden. Sollen die Schläge stärker werden, so entfernt man c weiter von b. Der Theil fd wird gewöhnlich mit Siegellack überzogen.

Sigaud de la Fond [n]) nimmt statt des Stäbchens ce eine kupferne Schraube, am Ende mit einer Platte, welche auf dem Maaßstabe die Entfernungen angiebt. Er beschreibt hiernächst noch eine andere Vorrichtung, wo eine belegte Glastafel durch eine vom Conduktor herabhangende Kette geladen wird, und Männerchen, mit den beyden Seiten der Tafel verbunden, Pistolen gegen einander abfeuern, wenn die Ladung den nöthigen Grad erreicht.

Einer

n) Précis des phénom. electr. sect. II. ch. 4.

Einer der größten Vorwürfe in der Lehre der Elektricität iſt die richtige Beſtimmung des Unterſchiedes zwiſchen denjenigen Körpern, welche Leiter, und denjenigen, welche Nichtleiter der Elektricität ſind. Ueber dieſen wichtigen Gegenſtand hat man bisher wenig zuverläſſiges beſtimmen können, und ſelbſt in dieſer ganzen Zeitperiode hat man nur einige wenige allgemeine Bemerkungen darüber machen können. Indeſſen zeigen auch ſchon dieſe, daß Subſtanzen, welche man als vollkommene Leiter oder Nichtleiter betrachtet hat, dieſes nur in einem gewiſſen Grade ſind. Die Verſuche, welche hierauf führten, wurden von den beyden Herren Canton und Beccaria angeſtellt.

Daß Luft fähig ſey, Elektricität durch Mittheilung anzunehmen, und, wenn ſie dieſelbe angenommen hat, zu behalten, war vor Canton's Zeiten noch von niemanden wahrgenommen worden. Dieſer °) bewerkſtelligte dieß aber durch ein Paar Kugeln, welche auf einer Drehbank aus dem trockenen Kerne eines Holunderbaums gemacht worden waren. Er legte ſelbige in ein kleines enges Käſtchen mit einer Schiebladе, welche dergeſtalt eingerichtet war, daß die Fäden in der Schachtel gerade der Länge nach lagen. Wenn er dieſes Käſtchen an dem Ende des Deckels hielt, ſo hiengen die Kugeln an einem Nagel inwendig frey. Wenn dieſe Kugeln in einer gehörigen Entfernung von Gebäuden, Bäumen u. ſ. f. aufgehängt wurden, ſo zeigten ſie ohne Mühe die Elektricität der Atmoſphäre an. Auch beſtimmten ſie, ob die Elektricität der Wolken oder der Luft poſitiv oder negativ wäre; poſitiv nämlich, wenn ihr Zurückſtoßen bey der Annäherung

o) Philoſ. Tranſ. Vol. XLIX. P. I. p. 300.

herung eines geriebenen Agtsteins oder Siegellacks schwächer, und negativ, wenn es stärker ward.

Vermittelst dieses Werkzeugs beobachtete Canton, daß es möglich war, die Luft eines Zimmers nahe an dem Geräthe, und sogar die Luft des ganzen Zimmers, in welchem sich dasselbe befand, zu einem beträchtlichen Grade zu elektrisiren, und zwar war er dieses sowohl positiv, als auch negativ, zu bewerkstelligen vermögend.

In einem am 6. Dec. 1753 der königl. Societät überreichten Aufsatze bemerkt er, daß die gemeine Luft eines Zimmers zu einem beträchtlichen Grade elektrisirt werden könne, so daß sie ihre Elektricität eine gewisse Zeitlang nicht fahren lasse. Nachdem er die Luft seines Zimmers vermittelst eines Feuers recht ausgetrocknet hatte, elektrisirte er eine blecherne Röhre mit einem an das eine Ende derselben angehängten Paar Kugeln zu einem hohen Grade, wobey sich zeigte, daß die benachbarte Luft ebenfalls elektrisch geworden war. Denn als er die Röhre mit seinem Finger oder andern Leitern berührt hatte, fuhren die Kugeln nichts desto weniger fort, einander zurückzustoßen, wiewohl in keiner so großen Entfernung, wie zuvor. Jedoch bemerkte er, daß ihr Zurückstoßen schwächer ward, je mehr man sie dem Boden oder einem andern Hausgeräthe näherte; und daß sie sich einander berührten, wenn man sie in einer kleinen Entfernung von einem Conduktor hielt. Er sah, daß etwas von dieser elektrischen Kraft noch eine Stunde nachher, als er die Röhre gerieben hatte, fortdauerte, wenn die Witterung sehr trocken war.

Um die Luft oder die in ihr enthaltenen Feuchtigkeiten negativ elektriſch zu machen, legte Canton zwiſchen zwey Stühlen, die er mit dem Rücken gegen einander, ungefähr 3 Fuß weit von einander, ſtellte, ein blechernes Rohr auf Seide, und ſteckte in das eine Ende derſelben eine feine Nähnadel, und rieb Schwefel, Siegellack oder eine rauhe Glasröhre 3 oder 4 Minuten lang, an dem andern Ende des Rohrs ſo nahe als er konnte; alsdann ward die Luft negativ elektriſch, und ſie blieb es eine gute Zeit lang, nachdem er das Geräth bereits in ein anderes Zimmer gebracht hatte.

In einem vom 11. Novemb. 1754 datirten Aufſatze bemerkt er, daß trockene Luft in einer großen Entfernung von der Erde, wenn ſie in einem elektriſchen Zuſtande iſt, darin ſo lange verbleibe, bis ſie einen ſolchen Conduktor antrifft. Dieß machte er durch folgenden Verſuch wahrſcheinlich. Eine geriebene Glasröhre, welche ihre natürliche Politur hat, wird, wenn ſie in der Mitte eines Zimmers in die Höhe gerichtet und mit einem Ende in ein Loch eines Klotzes geſteckt wird, gemeiniglich in weniger als 5 Minuten ihre Elektricität verlieren, indem ſie eine hinreichende Menge Feuchtigkeit anzieht, welche die elektriſche Materie von allen Theilen ihrer Fläche nach den Boden leitet. Wenn ſie hingegen ſogleich, als ſie gerieben worden, auf dieſelbe Art an ein gutes Feuer geſetzt wird, wo ſich keine Feuchtigkeit an ihre Fläche anhängen kann, ſo wird ſie den ganzen Tag und wohl noch länger elektriſch bleiben.

Nach der Zeit kam Canton noch auf eine andere Methode, der Luft Elektricität mitzutheilen, welche Prieſtley in ſeiner Geſchichte der Elektricität an-

anführt. Man soll nämlich eine geladene Phiole in die eine Hand nehmen, und ein brennendes Licht isolirt in die andere Hand, in ein Zimmer gehen, den Drath der Phiole ganz nahe an die Flamme des Lichts bringen, und denselben ohngefähr eine halbe Minute lang daran halten; hierauf soll man die Phiole und das Licht aus dem Zimmer wegbringen, mit den aus Hollundermark geschnittenen Kugeln, an einen Zwirnsfaden von 6 Zoll Länge aufgehangen, hineinkommen, und sie mit ausgestrecktem Arme halten; die Kugeln würden sich sogleich von einander zurückzustoßen anfangen, und auf $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll weit von einander stehen, wenn man sie beynahe in die Mitte des Zimmers bringe.

Beccaria [p]), welcher von Canton's Bemühungen nichts wußte, machte dieselbe Entdeckung der Mittheilung der Elektricität der Luft, und veränderte den Versuch auf eine ausgebreitetere und vollständigere Art. Er bewieß, daß die nahe an einem elektrisirten Körper befindliche Luft nach und nach dieselbe Elektricität erhalte; daß diese Elektricität der Luft der Elektricität des Körpers entgegen wirke, und ihre Wirkungen schwäche; und daß, so wie die Luft die Elektricität erhalte, sie dieselbe auch langsam wieder fahren lasse.

Er fieng seine Versuche damit an, daß er Zwirnsfäden an eine elektrisirte Kette hieng, wobey er bemerkte, daß dieselben, nachdem er seine Kugel nur etliche Mal hatte herum drehen lassen, sehr stark auseinander fuhren. Nachher kamen sie wieder näher an ein-

p) Lettere dell' elettricismo. p. 87.

einander, ungeachtet er die Kugel beym Umdrehen erhielt, und dieſelbe ſo ſtark, als jemals, elektriſch geworden war.

Als er die Kette eine Zeitlang im elektriſirten Zuſtande erhalten hatte, und alsdann mit dem Reiben aufhörte, fielen die Fäden allmählig zuſammen, bis ſie parallel hiengen. Hierauf fiengen ſie abermals an, aus einander zu fahren, ohne daß aufs neue elektriſirt worden war; und wenn die Luft ſtill geworden war, hielt dieß zweyte Auseinanderfahren eine Stunde, oder länger, an.

Dieß Auseinanderfahren ward durch das Elektriſiren der Kette vermindert. Denn, wenn die Kugel wieder umgedreht wurde, wurden die Fäden anfänglich parallel, und fiengen alsdann abermals, wie vorher, aus einander zu fahren an. Folglich fand das zweyte Auseinanderfahren der Fäden alsdann ſtatt, wenn die Kette ihre Elektricität verlohren hatte, und dasjenige, was die Luft erhalten hatte, ſich zu zeigen anfieng.

Wenn er unterdeſſen, da die Fäden von der Elektricität der Luft aus einander zu fahren anfiengen, die Kette berührte, und dadurch dasjenige, was noch von der Elektricität bey ihr zurückgeblieben war, hinweg nahm; ſo ſtießen ſich die Fäden noch weiter zurück. Mithin ward die Elektricität der Kette um ſo viel geringer, je mehr ſich die Elektricität der Luft zeigte.

Während die Fäden zum zweyten male aus einander fuhren, hieng er zwey andere Fäden, welche kürzer als die erſten waren, vermittelſt eines andern ſeidenen Fadens an die Kette, und bemerkte, daß dieſelben, wenn alle Elektricität der Kette ganz und

gar

gar hinweg war, ebenfalls, wie die erstern, von einander fuhren. Wenn er andere Fäden an die erstern, bey ihrem zweyten Auseinanderfahren, brachte, so flohen sie insgesammt von einander.

Auf solche Art bewieß also Beccaria, daß die Luft wirklich Elektricität durch Mittheilung annehme, und nach und nach wieder verliere; und daß die Elektricität der Luft der Elektricität desjenigen Körpers, welcher ihr dieselbe zuführt, entgegen wirke.

Beccaria [q]) stellte noch andere Versuche an, welche zum Beweise anderer gegenseitigen Wirkungen der Luft und der elektrischen Materie in einander dienten, insbesondere einige, welche ihr gegenseitiges Zurückstoßen bewiesen, und daß die elektrische Materie, indem sie durch einen Theil der Luft hindurch gieng, auf eine Zeitlang einen luftleeren Raum bewirkte.

Er brachte die Enden zweyer Dräthe, in einer kleinen Entfernung von einander, in eine Glasröhre, woran das eine Ende verschlossen und das andere in Wasser hineingesenkt war, und bemerkte, daß das Wasser jedesmal in der Röhre fiel, so oft ein Funke von dem einen zum andern fuhr, indem die elektrische Materie die Luft zurückgetrieben hatte.

Er brachte den elektrischen Schlag unzählige mal in ein und derselben Luft, welche in eine Glasröhre eingeschlossen war, hervor, um zu erforschen, ob die Elasticität der Luft eine Veränderung dadurch erlitten hätte; er fand aber dergleichen nicht. Nach der Operation zerbrach er die Röhre unter dem Wasser, aber es kam niemals Luft heraus, noch hatte sich

q) Elettricismo artificiale e naturale. p. 110.

ſich auch das Waſſer mit Gewalt einen Weg in die Röhre gebahnt. Der Verſuch war mit aller Vorſicht in Anſehung der Hitze und Kälte, welche die Natur der Sache nur erforderte, angeſtellt worden.

Des Herrn Beccaria r) Verſuche mit dem Waſſer, welche deſſen Unvollkommenheit zu einem Leiter beweiſen, ſind noch merkwürdiger, als diejenigen, welche er mit der Luft vorgenommen hatte. Sie beweiſen, daß das Waſſer die Elektricität nach dem Verhältniſſe ſeiner Quantität leite, und daß eine geringe Quantität Waſſer dem Durchgange der elektriſchen Materie einen ſehr großen Widerſtand leiſte.

Er machte mit Waſſer angefüllte Röhren zu einem Theil des elektriſchen Kreiſes, und bemerkte, daß, wenn dieſelben ſehr klein waren, ſie keinen Schlag hindurch ließen, ſondern daß der Stoß ſtärker war, je weiter die dazu gebrauchten Röhren waren.

Das merkwürdigſte bey des Herrn Beccaria Verſuchen mit Waſſer war dieß, daß er den elektriſchen Funken in demſelben ſichtbar machte, ungeachtet es ein wirklicher Elektricitätsleiter war.

Er ſteckte Drathe, welche dicht an einander gebogen waren, in kleine mit Waſſer angefüllte Röhrchen, ließ den elektriſchen Funken hindurch gehen, und bemerkte, daß derſelbe zwiſchen ihre Spitzen ganz ſichtbar war, als wenn gar kein Waſſer dazwiſchen geweſen wäre. Die Röhren zerplatzten dabey gemeiniglich, und die zerbrochenen Theile wurden weit hinweg geſchleudert. Dieß ward augenſcheinlich durch den Widerſtand des Waſſers, und deſſen Unvermögenheit, ſich comprimiren zu laſſen, verurſacht. Dieſer Wi-

der-

r) Elettricifimo artificiale e naturale. p. 113.

derstand, durch welchen eine geringe Quantität Wasser durch das elektrische Fluidum zurückgestoßen wird, ist erstaunlich. Durch eine Ladung von 400 Quadratzoll zerbrach Beccaria eine Glasröhre, welche zwey Linien dick war. Die Stücke wurden 20 Fuß weit getrieben. Ja, er zersprengte mannichmal Röhren von acht bis zehn Linien in der Dicke, und die Stücke wurden nach Proportion weit weggetrieben.

Lullin [s]) versichert, noch weit stärkere Wirkungen hervorgebracht zu haben, wenn er den elektrischen Funken, anstatt in Wasser, in Oel sichtbar machte.

Beccaria [t]) fand, daß die Wirkung der elektrischen Funken auf das Wasser heftiger sey, als wenn ein Funke ordentlichen Feuers Schießpulver entzündet. Er glaubte, daß eine mit Wasser gefüllte Kanone schrecklichere Wirkung thun würde, als eine mit gewöhnlicher Ladung, wenn man eine schickliche Methode ausfindig machen könnte, dieses eben so leicht zu bewerkstelligen. Er lud wirklich eine Glasröhre mit Wasser, in welche er eine kleine Kugel steckte; diese fuhr mit einer solchen Gewalt heraus, daß sie sich in den Thon einwühlte, welchen er zu diesem Ende bey der Hand hatte.

Dieser Widerstand, welchen geringe Quantitäten Wasser der elektrischen Materie leisten, war seiner Meynung nach stärker, als der Widerstand, welchen die Luft derselben thut. Und dennoch hielt er es für möglich, daß in diesem Falle die elektrische Materie nicht auf das Wasser unmittelbar, sondern auf

s) Diss. phys. de electricitate. Genev. 1766. 8. p. 26.
t) Lettere dell' elettricismo. p. 74. sq.

auf die darin befindliche Luft wirkte. Denn wenn die Röhren nicht zerbrachen, ſo bemerkte er, daß ſich eine Menge Luftbläschen durch die ganze Waſſermaſſe hindurch loß machte, in die Höhe ſtieg, und ſich mit der Atmoſphäre vermiſchte.

Seiner Meynung nach wirkte auch die elektriſche Materie auf die in allen Körpern eingeſchloſſene Luft, obgleich dieß durch keinen Verſuch erweislich gemacht werden konnte.

Dagegen behauptete er, daß die Wirkung der elektriſchen Materie die elaſtiſche Luft zu figiren ſuchte, durch Erregung einer ſchweflichten Materie, von welcher Hales zeigte, daß ſie dergleichen Eigenſchaft beſäße.

Wenn ein Waſſertropfen zwiſchen die Spitzen zweyer Dräthe gebracht und ein ſtarker Schlag hindurch geführt ward, ſo ſpritzte das Waſſer auf gleiche Weiſe inwendig in einer Glaskugel, worin ſich dieſelben insgemein befanden, aus einander. Auf eben die Art vermuthete er auch, daß die Wirkung der elektriſchen Materie das Ausdünſten des Waſſers beförderte.

Ließ er einen elektriſchen Schlag durch eine Quantität Waſſer gehen, welches auf eine platte Oberfläche hingegoſſen war, woſelbſt einige Theile des Umkreiſes mit Fleiß beynahe trocken gelaſſen waren, ſo wurden dieſe Theile weit eher völlig trocken, als ſie es geworden wären, wenn kein Schlag hindurch gegangen wäre.

Aus demſelben Grundſatze erklärt er das vorgegebene Zerſpringen der Blutgefäße in kleinen durch

den

den elektrischen Schlag getödteten Vögeln. Und wenn eine Muskel sich nach dem Schlage zusammenzieht, so rührt dieß seiner Meynung nach von der Ausdehnung der in den Muskelfasern enthaltenen Flüssigkeiten her, da indessen die elektrische Materie durch dieselben hindurchgeht.

Seiner Meynung nach leitet ein grünes Blatt einen elektrischen Schlag weit besser, als Wasser von gleicher Dicke. Ueberdieß fand er, daß sogar Metall kein vollkommener Leiter der Elektricität war, sondern dem Durchgange der Elektricität etwas widerstand. Er brachte dieß zur Gewißheit durch Abmessung der Zeit, da dieselbe bey ihrem Durchgange durch lange und kurze Drathe aufgehalten ward, der vorher angestellten Versuche ungeachtet, welche das Gegentheil zu beweisen schienen.

Er hieng einen Drath von 500 Pariſ. Fuß in einem großen Gebäude auf, und bemerkte vermittelst eines Pendels, welches halbe Sekunden schlug, daß leichte Körper, welche unter einer Kugel von Goldpapier an dem einen Ende angebracht wurden, sich nicht bewegten, bis wenigstens Eine Schwingung dieses Pendels erfolgt war, nachdem er den Drath einer Phiole an das andere Ende gehalten hatte.

Als er denselben Versuch mit einer hanfenen Schnur anstellte, konnte er sechs und mehrere Schwingungen zählen, ehe sich die Körper bewegten; nachdem er aber die Schnur naß gemacht hatte, kamen diese leichten Körper nach zwey oder drey Schwingungen in Bewegung. Indessen behauptet er nicht, daß die elektrische Materie bey ihrem Fortgange alle diese Zeit gebraucht habe, ehe sie die leichten Körper in die

die Höhe heben konnte. Er glaubte aber, daß dieſelbe ſich weit geſchwinder bewege, nach dem Verhältniſſe als die Körper vorher mehr oder weniger von dieſer Feuchtigkeit in ſich hatten. In dieſer Meynung ward er durch verſchiedene Erſcheinungen in der Atmoſphäre beſtärkt, beſonders da er den Fortgang einer Quantität elektriſcher Materie in der Luft ſehr deutlich wahrnahm, ſo wie ſie ſeinen Drachen zu treffen fortruckte.

Beccaria wiederholte auch die Verſuche des Franklin, elektriſche Atmoſphären vermittelſt des Rauchs von Colophonium, welches er zu dieſer Abſicht dem Harze vorzog, ſichtbar zu machen. Hiebey bemerkte er verſchiedene Umſtände, welche Hrn. Franklin entgangen waren. Er machte den Colophonium auf Kohlen heiß, welche er in einem Löffel unter einem elektriſirten metalliſchen Würfel hielt, und bemerkte, daß, wenn ein Theil des Rauchs nach dem Würfel in die Höhe ſtieg, ein anderer den Stiel des Löffels bedeckte und ſich nach ſeiner Hand zu ausbreitete. Der Rauch lag auf den flachen Theilen des Würfels höher, als auf den Ecken und Winkeln. Wenn man einen Funken aus dem Leiter zog, ſo kam der Rauch in eine heftige Bewegung, nahm aber alſobald ſeine vorige Stellung wieder an. Der Würfel mit ſeinem Dunſtkreiſe gab ſtärkere und längere Funken, als ein Würfel, der mit keiner Atmoſphäre umgeben war. Es ließ ſich aus demſelben vermittelſt des Löffels ein ſtärkerer Funken, als vermittelſt irgend eines andern Körpers, herausbringen.

Als er den Löffel iſolirt hatte, bemerkte er, daß nur wenig Rauch ſich nach dem Würfel hinzog, und daß derjenige Theil, welcher ſich etwa demſelben näher-

näherte, von ihm nicht mehr Veränderungen erlitt, als von irgend einem andern Körper erfolgt wäre. Als er seinen Finger an den Löffel legte, stellten sich die vorigen Erscheinungen wieder ein. Nahm er denselben wieder hinweg, so zertheilte sich der Rauch wieder, welcher sich an den Würfel angesetzt hatte.

Ein gewisser Heinrich Eeles [u]) zu Lismore in Irland führt einen von ihm angestellten Versuch an, welcher seiner Meynung nach bewieß, daß Dampf und mancherley Ausdünstungen elektrisch wären. Sein Aufsatz, welcher diese Nachricht enthält, ward den 23. April 1755 der königl. Societät vorgelesen.

Er elektrisirte ein Stück von einer Pflaumfeder, welches an die Mitte einer langen seidenen Schnur aufgehängt war, und machte, daß allerhand Dampf und Rauch darunter hinweg und mitten hindurch gieng. Hier beobachtete er, daß dessen Elektricität nicht im mindesten vermindert war, als es seiner Meynung nach nothwendig hätte geschehen müssen, wenn der Dampf unelektrisch gewesen wäre, und mithin einen Theil der elektrischen Materie, womit die Pflaumfeder geladen war, mit hinweg genommen hätte. Er bemerkte, daß die Wirkung einerley war, es mochte die Pflaumfeder mit Glas, oder aber mit Wachs elektrisirt worden seyn, welches sich, wie er glaubte, nicht leicht erklären läßt.

Auf diesen Versuch antwortete D. Erasmus Darwin [x]), von Lichtfield, in einem an die königl. Societät abgelassenen und am 5. May 1757 vorgelesenen Schreiben, daß verschiedene elektrisirte Körper,

u) Philos. Trans. Vol. XLIX. P. I. p. 153.
x) Ibid. Vol. L. P. I. p. 252.

per, und insbesondere alle leichte, trockene, animalische und vegetabilische Substanzen, ihre Elektricität nicht leicht fahren lassen, wenn sie gleich eine beträchtliche Zeitlang mit Leitern berührt würden. Er berührte eine Feder, welche, so wie Eeles Pflaumfeder, elektrisirt worden war, neunmal mit seinem Finger, und fand sie noch immer elektrisch. Eine Korkkugel ward innerhalb 10 Sekunden siebenmal berührt, ehe sie erschöpft war.

Kinnersley y) von Philadelphia berichtet in einem im März 1761 erlassenen Schreiben seinem Freunde Franklin, welcher sich damals in England aufhielt, daß er nicht vermögend wäre, vermittelst des Dampfes von elektrisirtem siedenden Wasser irgend etwas elektrisch zu machen; woraus er schloß, daß der Dampf wenig elektrisch aufsteige und daß er vielmehr seinen Theil gewöhnlicher Elektricität zurück lasse.

Um die Wirkungen der Elektricität auf die Luft zu versuchen, erfand Kinnersley ein Instrument, welches er ein elektrisches Luftthermometer nennt. Es bestand in einer Glasröhre, welche ohngefähr 11 Zoll lang war und 1 Zoll im Durchmesser hatte, und die Luft darin verschlossen hielt; an dem einen Ende dieser Glasröhre gieng durch die messingene Platte, womit dieß Ende geschlossen war, ein an beyden Seiten offenes Röhrchen hindurch, und endigte sich in etwas Wasser auf dem Boden der Glasröhre. In diesem Apparat steckte er zwey Dräthe, wovon der eine von der messingenen Platte am obern Ende hernieder, und der andere von der messingenen Platte an dem untern Ende hinauf gieng, wodurch er einen Krug

y) Philos. Trans. Vol. LIII. P. I. p. 84.

Krug entladen, oder einen elektrischen Funken hindurch gehen lassen, und zugleich die Ausdehnung der Luft in dem Gefäße an dem Aufsteigen des Wassers in dem Röhrchen wahrnehmen konnte. Mit diesem Instrumente stellte er folgende Versuche an, welche sich in einem am 12. März 1761 an Franklin abgelassenen Schreiben befinden.

Er stellte dieß Thermometer auf ein elektrisches Gestelle mit der um den Conduktor herumgelegten Kette, und hielt es eine geraume Zeit wohl elektrisirt. Allein dieß war von keiner sonderlichen Wirkung; woraus er schloß, daß die elektrische Materie, wenn sie in dem Stande der Ruhe sich befindet, nicht mehr Hitze besäße, als die Luft und andere Materien, worin sie sich aufhält.

Wenn die beyden Dräthe in dem Werkzeuge einander berührten, so brachte eine starke Ladung Elektricität, von ohngefähr 30 Quadratfuß belegter Glasfläche, gar keine Verdünnung der Luft hervor; woraus erhellte, daß die Dräthe von dem durch dieselben hindurch gehenden Feuer nicht erhitzt worden waren.

Waren die Dräthe ohngefähr 2 Zoll weit von einander, so verdünnte die Ladung von einer drey Pint haltenden Bouteille, indem sie von dem einen zum andern fuhr, die Luft sehr merklich; zum Beweise, daß die elektrische Materie, wie Kinnersley sagt, durch eine schnelle Bewegung, sowohl bey sich selbst, als auch in der Luft, Hitze hervorbringe.

Die Ladung eines Kruges, worin ohngefähr $5\frac{1}{2}$ Gallons giengen, verursachte, als sie von einem Drathe zum andern gieng, eine sehr starke Ausdehnung der Luft; und die Ladung seiner Batterie von 30

Quadratfuß belegten Glaſes hob das Waſſer in dem kleinen Röhrchen ganz bis oben in die Höhe. Bey der Vereinigung der Luft ſenkte ſich die Waſſerſäule, vermöge ihrer Schwere, augenblicklich nieder, bis ſie im Gleichgewicht mit der verdünnten Luft war. Sie fiel alsdann wieder allmählig, ſo wie die Luft erkaltete, und nahm ihren vorigen Standpunkt wieder ein. Durch ſorgfältiges Beobachten, in welcher Höhe das niederſinkende Waſſer ſtehen blieb, konnte der Grad der Verdünnung, wie er verſichert, erkannt werden, welcher bey ſtarken Exploſionen ſehr beträchtlich war.

Hiebey iſt zu bemerken, daß das erſte ſchnelle Emporſteigen des Waſſers in der Röhre bey einer hervorgebrachten Exploſion nicht der Verdünnung der Luft durch Hitze, ſondern der durch die Elektricität fortgetriebenen Quantität von Luft zuzuſchreiben ſey. Bloß alsdann, wenn dieß erſte ſchnelle Emporſteigen nachgelaſſen hat, kann, wie Kinnersley bemerkt, der Grad der Verdünnung derſelben durch die Hitze geſchätzt werden; nämlich nach der Höhe, in welcher das Waſſer alsdann über den gemeinen Waſſerpaß hinausſteht.

Franklin hatte behauptet, daß Eis den elektriſchen Schlag nicht ableite; und Bergmann[z]) zeigt in einem an Wilſon abgelaſſenen und der königl. Societät am 20. Nov. 1760 vorgeleſenen Sendſchreiben, daß eine kleine Quantität Waſſer eben ſo wenig den elektriſchen Schlag ableite, als das Eis beym Franklin'ſchen Verſuche gethan hatte, wobey ſich derſelbe eines Eiszapfens bedient zu haben ſcheint, welchen Bergmann zu dieſer Abſicht nicht für groß genug

z) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. II. p. 908.

genug hielt. Er vermuthete daher, daß große Quantitäten Eis einen elektrischen Schlag eben so vollkommen, wie eine große Quantität Wasser, ableiten dürften.

Indessen scheint es, daß er nachher seine Meynung in Ansehung des Eises geändert habe: denn in einem folgenden Aufsatze, welcher am 18. März 1762 der königlichen Societät vorgelesen ward, sagt er bey Gelegenheit, da er bemerkt hatte, daß Schnee den elektrischen Schlag nicht ableite, daß er glaube, daß, wenn er sich Platten Eis von gehöriger Dicke verschaffen könnte, er dieselben auf eben die Art, wie Glas, zu laden vermögend seyn würde.

Cigna a) war von der Unfähigkeit des Eises, einen Elektricitätsleiter abzugeben, so sehr überzeugt, daß er sich desselben bey einem gewissen Versuche bediente, welcher zur Gewißheit zu bringen bestimmt war, ob elektrische Substanzen nach Franklin's Meynung mehr elektrische Materie, als andere Körper, enthielten. Er schloß eine Menge Eis in ein gläsernes Gefäß ein, und wenn er dasselbe durch Schmelzen an einem elektrischen Körper in einen unelektrischen verwandelt zu haben glaubte, so versuchte er, ob es elektrisch geworden war; allein ungeachtet er nicht den geringsten Anschein fand, daß dasselbe mehr Fluidum erhalten hätte, als es in seinem neuen Zustande billig haben mußte, so scheint er doch seine Meynung nicht aufgegeben zu haben.

Bey allen diesen Bemühungen zur Bestimmung der leitenden Kraft verschiedener Materien blieb doch noch manches unbestimmt und unzuverlässig. Und über-

a) Miscellanea Taurinens. 1765. p. 47.

überhaupt hatte man die Unterſuchungen über die leitende Kraft der Subſtanzen bey weitem noch nicht mit gehöriger Vollſtändigkeit angeſtellt. Um alſo dieſen wichtigen Gegenſtand mehr aufzuhellen, entſchloß ſich Prieſtley [b]), deßwegen mit mehreren Materien Verſuche anzuſtellen.

Da die Elektriſirer in ihrer Meynung von der Natur des Eiſes verſchieden waren, indem einige daſſelbe für einen Elektricitätsleiter, andere für einen Nichtleiter hielten, und ſogar behaupteten, daß es ſich, wie Glas laden ließe, ſo nahm Prieſtley, um die wahre Beſchaffenheit dieſer Sache zu entdekken, einen großen Eisſchollen, wuſch ihn recht rein, und ſchabte alle daran befindliche ſcharfe Ecken ab. Nachher iſolirte er ihn, als er des Nachts wieder vollkommen gefroren war. Als er hierauf eine Feder über deſſen Oberfläche hinweg gezogen hatte, fand er ſie ganz trocken; er elektriſirte ſie, und brachte aus allen ihren Theilen große Funken, welche nicht weniger, als einen Zoll lang waren. Ein Glasbecher ließ ſich daran eben ſo gut, wie an dem erſten Leiter laden; auch entladete er den Glasbecher durch dieſelbe hindurch, und längſt ihrer Oberfläche an verſchiedenen Orten, ſo daß er nicht weiter zweifelte, daß Eis beynahe ein eben ſo guter Elektricitätsleiter als Waſſer ſey. Um die Sache noch zu größerer Gewißheit zu bringen, ſetzte er einen geladenen Glasbecher auf das freye Feld, und entladete denſelben vermittelſt einer ſehr langen Kette längſt einer großen Oberfläche von Eis auf einem Teiche. Dieſe Oberfläche war ganz trocken, und der Froſt hielt zugleich ſtark an. Da aber Eis kein ſo guter Leiter iſt, wie Metall, wenn die

b) Geſchichte der Elektricität. S. 402 ff. d. deutſ. Ueberſ.

die mit der auswendigen Seite des Glasbechers verbundene Kette etwa 5 oder 6 Zoll vom Ringe des mit der auswendigen Seite des Glasbechers verbundenen Deaths entfernt läge, so würde das Feuer nach der Kette längst der Oberfläche des Eises fahren, ohne sich hinein zu begeben. Daß Schnee kein so guter Leiter wie Eis sey, rührt nach Priestley's Meynung vermuthlich daher, weil dessen Theile nicht so dicht an einander liegen, wie im Eise.

Da Priestley ferner fand, daß die Elektrisirer in Ansehung der leitenden Kraft heißen Glases nicht völlig mit einander übereinstimmten, und die Methoden, deren man sich zum Beweise desselben bedient hatte, einigen Einwendungen unterworfen waren, so glaubte er durch folgenden Versuch diese Streitfrage auf eine vollständigere Art, als bisher geschehen war, zu entscheiden. Er nahm eine ohngefähr 4 Fuß lange Glasröhre, goß etwas Quecksilber hinein, und belegte ohngefähr 9 Zoll ihres untern Theils auswendig mit Zinnfolie; hiernächst ladete er dieselbe, riß alsdann die Zinnfolie sorgfältig herab, goß das Quecksilber heraus, ließ den geladenen Theil des Glases glühend heiß werden, und fand, als er den Ueberzug wieder darauf brachte, daß es entladen war.

Er wiederholte den Versuch zum zweytenmale mit gleichem Erfolge, so daß er im geringsten nicht zweifelte, daß Glas, wenn es glühend heiß geworden, für das elektrische Fluidum durchdringlich sey. Es hätte nicht von innen nach außen herumgehen können, ohne eine Oberfläche von 6 Fuß Glas zu durchlaufen, wovon der größte Theil sehr kalt, und alles zusammen überaus trocken war.

Daß die Ladung beym Ausgießen des Queckſilbers nicht verloren gegangen war, ſchloß er daher, weil er bey der Wiederholung des Verſuchs, ohne dabey das Glas heiß zu machen, die Ladung nur ſehr wenig geſchwächt fand.

Als Prieſtley einige Zeit nachher mit Zubereitung einiges im Backofen gedörrten Holzes, um es zum Iſoliren zu gebrauchen, beſchäftigt war, fand er, daß es noch heiß aus dem Ofen gebraucht zu ſeinen Abſichten gar nicht dienlich war. Die Elektricität verlohr ſich dadurch in den Fußboden. Wenn er es aber in derſelben Lage ſo lange ſtehen ließ, bis es kalt geworden war, ſo iſolirte es recht gut.

Hierauf ließ er ein Stück im Ofen gedörrtes Holz, welches er vorher zum Iſoliren gebraucht hatte, recht ſtark heiß werden; und als es ſo heiß war, daß er es kaum mit ſeiner Hand halten konnte, zog es aus dem Leiter einen dünnen Funken, ungefähr von der Länge eines Zolls; einen Glasbecher aber entladete es nicht auf einmal. Indeſſen that es dieß ohne Geräuſch, faſt eben ſo gut, wie feuchtes Holz.

Die Betrachtung der leitenden Kraft der Kohle, und die Art, wie dieſelbe entſteht, indem man nämlich brennbare Subſtanzen an einem verſchloſſenen Orte und gemeiniglich ohne Flamme verbrennt, brachte Prieſtley'n zur Anſtellung einiger Verſuche über die leitende Kraft der Ausſtrömungen aus flammenden Körpern, eben zu der Zeit ihres Herausgehens; denn, ſagt er, es mögen übrigens dieſe Ausſtrömungen beſtehen, worin ſie wollen, ſo ſcheinen ſie einiger Maaßen die leitende Subſtanz zu enthalten. Eben dieſe Subſtanz, welche nicht anders, als in

Flam-

Flamme, nicht aber im Rauche verfliegen kann, macht in diesem Falle einen Körper zum Leiter; das hingegen, wenn man sie verfliegen läßt, die leitende Kraft dadurch geschwächt wird.

Man hatte bereits die leitende Kraft der Flamme eines Lichts beobachtet, sie aber nicht mit der leitenden Kraft anderer Körper verglichen. Einige hatten behauptet, daß es nichts anders, als die der benachbarten Luft mitgetheilte Hitze wäre. Die Versuche des Herrn Priestley scheinen dieser Meynung entgegen zu seyn, und dagegen die vorerwähnte zu bestätigen.

Als er eine kleine Phiole höchstens eine Sekunde lang, 2 oder 3 Zoll von der Flamme eines Lichts, theils über theils unter derselben, wo die Hitze nicht sehr beträchtlich war und fast gar keine Verdünnung der Luft statt fand, gehalten hatte, ward dieselbe gänzlich entladen. Der Erfolg war derselbe, er mochte sich der Flamme eines Wachslichts oder der Flamme von Weingeist bedienen. Als er dieselbe einer glühend gemachten Feuerschaufel näher hielt, ward sie fast nicht so geschwind entladen; und wenn er sie ganz nahe an ein Stück glühend gemachtes Glas hielt, ward sie gar nicht entladen, außer vermittelst einer Explosion, welche durch das heiße Glas verursacht worden zu seyn schien. Eben dergleichen Erscheinungen erfolgten, als er das Licht, die Feuerschaufel und das heiße Glas nahe an den ersten Leiter brachte. Auch fand er, daß vorgedachte kleine Phiole im Brennpunkte eines Hohlspiegels keinesweges zu entladen war.

Der oben erwähnte kleine Glasbecher aber ward bey dieſen Verſuchen in aller Stille entladen; und ungeachtet dieſe Verſuche offenbar für die leitende Kraft der Ausſtrömungen, welche in der Flamme verfliegen, zu ſeyn ſchienen, ſo waren ſie doch nicht völlig entſcheidend. Nachher aber, als er eine elektriſche Batterie angelegt hatte, wiederholte er die Verſuche auf eine weit einleuchtendere und überzeugendere Art.

Er hielt die Flamme eines Lichts zwiſchen zwey meſſingene Knöpfe, wovon der eine mit dem Inwendigen und der andere mit dem Auswendigen der Batterie verbunden war, und bemerkte, daß, ſo wie ſich die Flamme denſelben näherte, ſie in eine ungemein lebhafte zitternde Bewegung zu gerathen anfieng, auf beyden Seiten ſtark nach jedem Knopfe angezogen ward, und den Docht oben bloß ließ. Sobald die Flamme gänzlich zwiſchen beyden meſſingenen Dräthen war, ward die Batterie mit einem male $3\frac{1}{2}$ Zoll weit entladen.

Als er den leuchtenden Dacht eines ſo eben ausgelöſchten Lichts den meſſingenen Dräthen nahe hielt, ward er ungemein lebhaft angefacht; und wenn er zwiſchen denſelben gehalten ward, nachdem ſie ungefähr einen Zoll weit von einander gebracht wurden, ſo erfolgte eine Entladung, und das Licht ward wieder angeblaſen.

Um die leitende Kraft der Flamme mit der leitenden Kraft anderer Körper, welche mehr Hitze, aber weniger Ausſtrömungen haben, zu vergleichen, brachte er eine glühende Feuerſchaufel zwiſchen beyde Ruthen; die Entladung der Batterie aber geſchah nicht eher, als bis die Ruthen ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll einander

der genähert wurden, so daß die Explosion ohngefähr noch einmal so weit als gewöhnlich erfolgte, denjenigen Raum, welchen die Feuerschaufel einnahm, mit einbegriffen, da doch die Luft in der Nachbarschaft der Feuerschaufel über zehnmal heißer, als in der Nachbarschaft des Lichts war, in Ansehung der Entfernung, in welcher man sie von den Ruthen hielt. Auf beyden Seiten der glühenden Feuerschaufel zeigte sich ein unvollkommener Kreis, gleich denjenigen, welche sich auf jedem Knopfe einfanden.

Hierauf legte er ein Stück glühendes Glas dazwischen, welches zwar eine eben so starke Hitze, wie das Eisen, annimmt, aber weniger Ausströmungen von sich läßt; es bewirkte aber die Entladung nicht eher, als bis er die messingenen Dräthe einen Zoll an einander gebracht hatte; welches so nahe war, daß das Glas beyde fast berührte.

Bey vorgenommener Veränderung der Versuche, in Ansehung des Hinweggehens der elektrischen Explosion über die Oberflächen verschiedener Körper, entdeckte er von ohngefähr, was für ein überaus schlechter Leiter eine jede Art von Oel sey. Er glaubte daher, daß dasselbe vielmehr unter die Klasse elektrischer Substanzen zu bringen sey, ungeachtet er vorher der Meynung gewesen war, daß Oel, in Ansehung seiner leitenden Kraft, vom Wasser eben nicht verschieden wäre.

Er legte eine mit dem Auswendigen seiner Batterie communicirende Kette auf eine Schüssel mit geschmolzenem Talge, brachte einen mit dem Inwendigen verbundenen messingenen Drath daran, um die Entladung zu vermitteln, indem die Explosion über die Oberfläche des Talges, ohne sich hinein zu begeben, hinwegfuhr,

und beobachtete zu ſeinem Erſtaunen, daß nicht nur die elektriſche Materie die Oberfläche ergriff, ſondern daß ſich auch, ungeachtet dieſelbe eine Talgſäule in einer Entfernung von ohngefähr $\frac{3}{4}$ Zoll an ſich zog, von der Ladung ſehr wenig zerſtreut hatte. Er wiederholte dieſen Verſuch mit gleichem Erfolge mit Baumöl, mit klarem Terpentinöl, und ſogar mit Aether. Er brachte das In- und Auswendige der Batterie 10 Minuten lang in eine Verbindung mit einem Teller voll gemeinen Baumöls, ohne daß er wahrgenommen hätte, daß die Ladung mehr zerſtreut worden wäre, als außer der Verbindung geſchah. Bey dem Aether verwunderte er ſich, daß er auf dieſe Art kein Feuer fieng.

Aus dieſen Verſuchen ſchloß er, daß Flüſſigkeit zur leitenden Kraft im geringſten nichts beytrage. Um ſeine Verſuche mit Oelen vollſtändig zu machen, füllte er Flaſchen mit allerley Oelen, und fand ſie insgeſammt zur Hervorbringung eines Erſchütterungsſchlages unvermögend. Jedoch bemerkte er, daß dieſe Methode, die leitende Kraft der Subſtanzen zu probiren, da man dieſelben in Flaſchen einſchließt und dadurch einen erſchütternden Schlag hervorzubringen ſucht, eben nicht ſehr richtig ſey, weil man dieſelben dabey für beſſere Leiter anſieht, als ſie doch wirklich ſind. Kleingeſtoßenes Glas, Schwefelblumen, und andere elektriſche Subſtanzen, verurſachten eine beträchtliche Erſchütterung; eine Flaſche hingegen, welche nichts als Luft enthielt, gab einen weit ſtärkern Schlag, als irgend eine derſelben, ungeachtet der hineingeſteckte Drath ſehr ſtumpf war und in der Mitte der Flaſche erhalten ward. Da dieſe Verſuche offenbar zeigten, daß Oel bey weitem kein ſo

guter

guter Leiter sey, als Luft, so suchte er eine Oeltafel so zu laden, wie man eine Glastafel zu laden pflegt, und durchborte in dieser Absicht einen gläsernen Präsentirteller, vermittelst dessen er beyden Seiten einer gewissen Quantität hineingegossenen Oels einen Ueberzug von Zinnfolie gab; allein der Rand des Tellers war nicht groß genug, so viel zu fassen, daß es die erforderliche Dicke bekommen hätte; sonst zweifelte er nicht, daß man dadurch weit besser, als durch Luft, einen Erschütterungsschlag hätte hervorbringen können.

Alle salzige Substanzen, welche er in Untersuchung zog, zeigten sich überhaupt als ziemlich gute Leiter. Er versuchte die meisten derselben auf die Art, daß er die Entladung der Batterie durch dieselben, nachdem er sie isolirt hatte, vermittelte. Beym Entladen der Batterie mit einem Stücke Alaun war die Explosion von einem besondern Laute, gleich dem Gezische einer mit Pulver angefüllten Rakete, begleitet. Steinsalz leitete ziemlich, jedoch nicht völlig so gut, wie Alaun. Der dabey zum Vorschein gekommene elektrische Funke war besonders roth.

Salmiak übertraf beyde an leitender Kraft, gab aber nicht den geringsten merklichen Funken, so daß derselbe eine unendliche Menge der feinsten Spitzen auszumachen schien. Flüchtiger Salmiakgeist, den er bloß in einer Phiole probirte, gab eine geringe Erschütterung. Salpeter leitete nicht so gut, wie Salmiak. Da er die elektrische Explosion über dessen Oberfläche hinwegfahren ließ, ward er in eine Menge kleiner Stückchen nach allen Richtungen mit einer ziemlichen Gewalt zerstreut. Selenitisches Salz ließ zwar einen Erschütterungsschlag, aber sehr schwach, hindurch. Mit Vitriolsäure gesättigter Weinstein gab

einen

einen geringen Schlag. Weißer Zucker schien eine Ausnahme zu machen.

Die metallischen Salze leiteten überhaupt besser, als andere Mittelsalze. Blauer und grüner Vitriol leiteten sehr gut, wiewohl sie keinen Erschütterungsschlag hindurch ließen.

Erze, mit welchen Priestley Versuche anstellte, zeigten eine ungemein verschiedene leitende Kraft. Die meisten leiteten nicht viel besser, als gemeine Steine.

Alle steinartige Substanzen leiteten, ob sie gleich trocken und warm waren, gut. Unter flüssigen Substanzen leitete Vitriolöl ziemlich gut; und höchst rectificirter Weingeist gab eine Erschütterung, die derjenigen, welche Wasser giebt, ziemlich nahe kam.

Endlich bemerkt Priestley noch, daß die von ihm angeführten Versuche meistentheils nur einzelne wären, worauf sich eben keine sichere Rechnung machen ließe.

Die wichtigsten Versuche und Entdeckungen, welche in diesem Zeitraume gemacht worden sind, beziehen sich auf die Bestimmung der positiven und negativen Elektricität und der sogenannten elektrischen Wirkungskreise.

Bis gegen das Jahr 1753 hatte man allgemein geglaubt, daß einerley Elektricität durch einerley elektrischen Körper hervorgebracht werde. Das Reiben des Glases hatte beständig eine positive, und das Reiben des Siegellacks u. s. allemal eine negative Elektricität erzeugt. Dieß hielt man für wesentliche und unveränderliche Eigenschaften dieser Substanzen, und daher

daher ward von einigen die eine die glashafte, und die andere die harzige Elektricität genannt; und negativ zu elektrisiren, oder eine harzige Elektricität vermittelst des Glases hervorzubringen, hielt man für eben so unmöglich, als ganz und gar durch Reiben des Kupfers oder Eisens zu elektrisiren. Canton bemerkte aber, daß es bloß von dem Reibzeuge und von der Oberfläche des Glases abhienge, ob es positiv oder negativ elektrisch gemacht werde. Auf welche Art Canton auf diese Entdeckung gekommen ist, hat er nicht angezeigt. Vor Mittheilung der Entdekkung selbst bemerkt er, daß Siegellack eine positive Elektricität besitze, womit dasselbe überzogen ist. Er machte eine Stange Siegellack, welche ohngefähr $2\frac{1}{2}$ Fuß lang war und 1 Zoll im Durchmesser hatte, durch Reiben elektrisch, hielt dieselbe in der Mitte, und zog eine elektrisch gemachte Glasröhre einige mal über einen Theil derselben, ohne den andern zu berühren, hinweg. Der Erfolg davon war, daß die eine Hälfte, welche der Wirkung des elektrisch gemachten Glases ausgesetzt gewesen war, positiv, und die andere Hälfte negativ elektrisch geworden war; denn die erstere Hälfte vernichtete die zurückstoßende Kraft durch Glas elektrisirter Kugeln, da hingegen die andere Hälfte diese Kraft verstärkte [c]).

Die Versuche [d]), welche beweisen, daß die Erscheinungen der positiven und negativen Elektricität von der Fläche der elektrischen Körper und des Reibzeuges abhangen, wurden zu Ende des Decemb. 1753 angestellt.

Nach-

c) Philosoph. Transact. Vol. XLVIII. P. I. p. 356.

d) Ibid. P. II. p. 782.

Nachdem er eine Glasröhre mit einem Stück Bleyfolie und einer Masse aus Schmergel und Wasser so lange gerieben hatte, bis sie gar nicht mehr durchsichtig war, und dieses vollkommen hatte trocknen lassen, so rieb er es mit neuem Flanell, und fand, daß es in allen Absichten genau so wirkte, wie geriebener Schwefel und Siegellack. Das elektrische Feuer schien aus der Spitze des Fingers zu fahren, und sich auf die Fläche der Röhre auf eine sehr schöne Art auszubreiten.

Wenn man aber die rauhe Röhre überall mit einem Talglichte beschmierte, und es so viel als möglich mit einem Tuche wieder abwischte, so nahm das mit Oel getränkte Seidenzeug eine Art von Politur an, indem man sie damit rieb, und nachdem es einige mal auf- und niedergezogen worden war, verursachte es, daß die Röhre eben so wirkte wie vorhin, da sie mit Flanell gerieben ward.

Die öligte Seide, wenn sie mit gemeiner oder spanischer Kreide bestrichen worden war, machte, daß die mit Talg beschmierte rauhe Röhre wieder eben so wirkte, wie eine polirte; wenn aber das Reiben so lange fortgesetzt ward, bis das Zeug, womit man rieb, sehr glatt geworden war, so ward die elektrische Kraft wieder so, wie sie beym Schwefel, Siegellack u. s. war.

Auf solche Art, sagt er, kann man die elektrische Kraft, sowohl die positive als negative, nach Belieben hervorbringen, wenn man die Flächen der Röhre und des Zeuges, womit man reibt, verändert; nachdem die eine oder die andere durch das Reiben zwischen beyden am meisten angegriffen wird. Denn wenn

wenn von einer Hälfte der Röhre die Politur weggenommen wird, so kann man, wenn man das Reibzeug einmal hinunter zieht, beyde elektrische Kräfte erregen; und das Zeug läßt sich leichter über die rauhen Theile ziehen, als über die glatten.

Daß polirtes Glas positiv, und unebenes mit Flanell geriebenes negativ elektrisirt sey, scheint auch schon daraus zu erhellen, weil zwischen dem Knöchel oder der Spitze des Fingers und beyderley Röhren ein Licht erscheint. Es kann aber dieses, wie Canton glaubt, noch mehr dadurch bestätigt werden, daß ein glattes Glasrohr, wenn es mit glattem in Oel getränktem Seidenzeuge erhitzt wird, bey jedem Zuge, wenn man die Hand wenigstens 3 Zoll hoch über dem Reibzeuge hält, aus einander fahrende Pinsel von elektrischem Feuer in großer Anzahl auswirft; doch hatte er dergleichen nie an geriebenem Schwefel, Siegellack u. s. gesehen, auch hatte er durch das bloße Reiben dieser Körper nie eine merkliche Veränderung in der Luft eines Zimmers erregen können. Die Glasröhre hingegen, wenn sie so gerieben ward, daß sie Pinsel auswarf, machte in einigen Minuten die Luft so stark elektrisch, daß, wenn die Röhre hinweggebracht war, ein Paar Kugeln, ohngefähr so groß, wie die kleinsten Erbsen, aus Kork oder aus Hollundermark geschnitten und an einem Drathe an Zwirnsfaden von 6 Zoll Länge aufgehängt, sich auf $1\frac{1}{2}$ Zoll weit von einander abstießen, wenn sie mit ausgestrecktem Arme mitten im Zimmer gehalten wurden.

Nach diesen Versuchen des Herrn Canton stellte Wilson e) verschiedene Versuche an, welche über die-

e) Philos. Trans. Vol. LI. P. I. p. 331.

diesen Gegenstand mehr Licht verbreiteten. Er zog hieraus den Schluß, daß, wenn zwey elektrische Körper an einander gerieben werden, derjenige, dessen Substanz am härtesten und dessen elektrische Kraft am stärksten ist, allemal mehr, und der weichste und schwächste weniger elektrisch werde.

Als er den Tourmalin und Agtstein an einander rieb, brachte er an beyden Seiten des erstern eine stärkere, und an dem letztern eine geringere Elektricität hervor; rieb er hingegen den Tourmalin und Diamant an einander, so wurden beyde Seiten des Tourmalins weniger, und der Diamant mehr elektrisch.

Diese Versuche, welche seiner Meynung nach diesen Satz völlig bestätigten, munterten ihn auf, zu versuchen, welche Wirkung das Reiben oder das Treiben der Luft nach verschiedenen elektrischen Körpern haben würde, und er fand diese Wirkung sehr beträchtlich. Zu diesen Versuchen gebrauchte er bloß einen gemeinen Blasebalg, und er stellte den ersten Versuch mit dem Tourmalin an. Er brachte denselben nahe vor die Röhre des Blasebalges, und fand, daß, nachdem er ohngefähr 20 mal dagegen geblasen hatte, derselbe auf beyden Seiten mehr elektrisch geworden war. Die Luft schien daher nicht so stark elektrisch zu seyn, als der Tourmalin.

An die Stelle des Tourmalins brachte er eine Glasscheibe, und ließ das Gebläse eben so oft, wie bey dem vorigen Versuche, dagegen gehen, untersuchte hierauf beyde Seiten, und fand, daß sie ebenfalls mehr, jedoch nicht so stark wie der Tourmalin, elektrisch geworden waren.

Agt-

Agtstein auf gleiche Art behandelt ward nicht so stark, als das Glas, elektrisch.

Hierauf versuchte er dasselbe mit einem Schmiedes Blasebalge. Der Unterschied, welchen dieser verursachte, bestand bloß in einer weit stärkern Elektricität des Tourmalins.

Da er seine vorzüglichste Aufmerksamkeit auf die Zwischenmaterie, welche diese Körper umgiebt, gerichtet hatte, so überlegte er, ob die Hitze dieselbe auf den Flächen der Lufttheilchen verdünne, und ob auf solche Art die Luft, deren Widerstand vermindert worden, das elektrische Fluidum weit leichter von sich lasse, und folglich weit stärker mache.

Er ließ die Blasebalgröhre glühend heiß machen, und blies bloß 12mal, mithin 8mal weniger, als bey den vorigen Versuchen mit kalter Luft, gegen den Tourmalin. Bey diesem Versuche ward der Tourmalin auf beyden Seiten mehr elektrisch, und weit stärker, als bey den vorigen Versuchen. Die heiße Luft hatte dieselbe Wirkung auf Glas, jedoch elektrisirte sie dasselbe nicht so stark, wie den Tourmalin; und Agtstein, ungeachtet derselbe, so wie die andern Körper durch dieselbe Behandlung, eine Verstärkung der Kraft erhielt, ward am allerschwächsten elektrisch.

Daß die Luft, wenn sie heiß war, weit stärker elektrisch machte, als wenn sie kalt war, und daß der Tourmalin elektrischer ward, als das Glas, und Glas elektrischer als Agtstein; dieses scheint, sagt Wilson, einen Beweis abzugeben, daß die ganze Atmosphäre, vermöge der Abwechselungen von Wärme und Kälte, einen beständigen Zufluß des elektrischen Fluis

dums befördere, imgleichen, daß die Luft nicht nur weniger elektriſch als der Tourmalin, ſondern auch weniger als Glas, oder ſogar Agtſtein ſey.

In einem andern am 13. Nov. 1660 der königl. Societät vorgeleſenen Aufſatze erzählt Wilſon [f]) einige Verſuche, welche, wie er behauptet, zeigen, daß eine mehrere Elektricität vermittelſt einer wenigern hervorgebracht werden könne.

Nachdem er die inwendige Seite einer großen Leydenſchen Flaſche vermittelſt eines von einer elektriſch gemachten Glaskugel ableitenden Draths mehr elektriſch gemacht hatte, ſetzte er dieſelbe auf ein Geſtell von präparirtem Holze, nahm alsdann den ableitenden Drath hinweg, und verſchloß die Oeffnung der Flaſche mit einem gläſernen Stöpſel. Hierauf brachte er das ſpitzige Ende eines elfenbeinernen Leiters der Mitte der Flaſche gegenüber, und ungefähr 2 Zoll weit davon. Indem dieſes geſchah, wurden die Kugeln weniger elektriſch, und zwar um ſo viel ſchwächer, je näher der elfenbeinerne Leiter in einer horizontalen Richtung an die Flaſche gebracht ward.

Ward hingegen das Elfenbein weiter zurück gerückt, ſo minderte ſich die wenigere Elektricität, und in einer gewiſſen Entfernung war keine Spur mehr davon zu finden; wenn die Entfernung ohngefähr bis 18 Zoll von der Flaſche vergrößert ward, ſo kam eine mehrere Elektricität zum Vorſchein, welche auch ſogar alsdann noch ſtatt fand, wenn der elfenbeinerne Leiter ganz und gar hinweggenommen war.

Vermittelſt eines im Backofen gedörrten hölzernen Cylinders machte er die an dem elfenbeinernen Leiter hangenden Kugeln, in einer Entfernung von 4 Fuß und

f) Philoſ. Tranſact. Vol. LI. P. II. p. 899.

und darüber, elektrisch, indem er den Cylinder über die Mitte des elfenbeinernen Leiters hielt, und dieses eine Zeitlang fortsetzte. Wenn er denselben näher brachte, wurden sie weit weniger elektrisch; derselbe Cylinder aber, als er ihn auf 2 oder 3 Fuß weit, oder noch weiter, wieder zurückbrachte, machte die Kugeln mehr elektrisch.

Wenn er sich eines andern Leiters von Metall ohne Ecken oder Spitzen anstatt des elfenbeinernen, und ohne daß das geringste daran hieng, bediente, und denselben Cylinder über dem Metalle hielt, so ward mehr Elektricität hervorgebracht; und so wie der Cylinder näher gebracht ward, ward dieselbe schwächer; wenn aber die Entfernung auf ohngefähr 1 Fuß vermindert ward, so stellte sich die wenigere Elektricität wieder ein. In diesen Fällen glaubte Wilson, daß das erscheinende Mehrere von der Erde, Luft, oder andern benachbarten Körpern herrührte.

Als die vorgedachten Versuche zuerst angestellt wurden, ward er durch die ungewissen Erscheinungen einer mehreren Elektricität zu einer Zeit, und einer wenigern zu einer andern Zeit, bey ein und eben demselben Versuche, in Verlegenheit gesetzt; bey wiederholten Versuchen und Beobachtungen aber fand er, daß eine mehrere oder wenigere Elektricität nach Belieben hervorgebracht werden könne, wenn man nur auf die drey folgenden Umstände genau Acht hätte, nämlich auf die Form der Körper, auf ihre plötzliche oder allmählige Hinwegziehung, und auf die Grade des Elektrisirens.

Nach diesem thut Wilson einiger andern Umstände, wobey es auf eine große Sorgfalt ankam, Er-

wähnung, wo die geringſten und faſt unmerklichſten Verſchiedenheiten in Anſehung der Stellung, oder der Art und Weiſe des Reibens zweyer Körper, bey einem derſelben zu einer Zeit mehr und zu einer andern Zeit weniger Elektricität hervorbringen. Eine ſolche Bewandtniß, ſagt er, hat es mit den Wirkungen dieſer ſubtilen und wirkſamen Flüſſigkeit, wenn die Verſuche mit Sorgfalt angeſtellt werden; und eben daher erfordern ſie die genaueſte Aufmerkſamkeit bey Aufſuchung der Urſachen, welche dieſelben veranlaſſen.

Siegellack und Silber waren diejenigen Körper, deren er ſich bey den zwey erſten Verſuchen bediente; allein verſchiedene andere Subſtanzen ſchienen eben ſo tauglich dazu zu ſeyn. Das Lack war engliſches, rein, und frey vom Reiben, außer was die umgebende Luft thun konnte, und in dieſen Umſtänden hatte es ſich einige Stunden befunden. Das Silber war an ein Stück präparirtes Holz befeſtigt, welches eben ſo lange ungerieben blieb. Alsdann nahm er eine dieſer Subſtanzen in jede Hand, jedoch ſo, daß das an dem Ende des Holzes befindliche Silber die Hand nicht berührte. Er legte die oberſte Seite des Silbers auf den Lack, und führte es gelinde und mit einem ganz ſanften Drucke einmal längs deſſelben äußern Fläche hin, worauf ſich das Silber mehr, und das Lack weniger elektriſirt befand.

Als er den Verſuch eben ſo ſorgfältig und auf dieſelbe Art wiederholte, nur mit dem Unterſchiede, daß die flache Seite des Silbers ein wenig gegen das Lack geneigt war, und folglich der Rand deſſelben gegen das Lack drückte, ſo ward das Silber, nachdem es wie zuvor bewegt worden war, weniger, und

das Lack mehr elektrisirt, welches gerade das Gegentheil von demjenigen war, was vorhin erfolgte.

Bediente er sich statt des Lacks präparirten Holzes, und brachte er verschiedene Grade des Drucks beym Reiben an ein und eben derselben Ecke des Silbers an, so nahm er gleiche Erscheinungen wahr, indem der geringste Druck eine mehrere, und der stärkste eine wenigere Erscheinung bey dem Silber verursachte.

Bey einem platten Stücke wohl polirten Stahls, woran die Ecken abgerundet waren, äußerten sich dieselben Erscheinungen.

Aus diesen Versuchen schloß Wilson, daß wir nach Belieben eine mehrere oder wenigere Elektricität aus ein und eben denselben Körpern hervorzubringen im Stande wären, wenn wir die Art und Weise ihrer Anbringung und ihres Reibens darnach einrichteten.

Torbern Bergmann g) hat verschiedene Versuche mit Seidenbändern angestellt, welche die Lehre der positiven und negativen Elektricität mehr aufzuhellen dienen sollten. Um die Art der Elektricität auszumachen, brauchte er zwey runde Stücken glattes Goldpapier ohngefähr 2 Decimalzoll im Durchmesser. Am Rande ward ein kleines Loch gemacht, wodurch ein einfacher, ungedrehter und 1 Fuß langer seidener Faden hindurch gesteckt und fest gebunden wird. Diese werden frey aufgehängt. Das eine wird positiv mit einer polirten Glasröhre, das andere negativ mit einer Schwefelstange elektrisirt.

Hier-

g) Abhandl. der schwed. Akadem. der Wissensch. B. XXV. S. 344. der Uebers.

Hiernächſt wurde ein ſeidenes Band in einen Rahmen geſpannt, und mit beyden Händen hielt er ein anderes Band ſtraff. Wenn er nun über die ganze Länge dieſes letzten Bandes einen Theil des in den Rahmen geſpannten hinweg zog, ſo bemerkte er, daß, wenn beyde Seidenbänder von einerley Gewebe, Farbe, Fläche und in allen übrigen Stücken einander gleich waren, das in ſeiner Hand befindliche Band eine poſitive, und das in den Rahmen geſpannte eine negative Elektricität erhielt. Zog er aber einen Theil desjenigen Bandes, welches er in ſeiner Hand hielt, über die ganze Länge des andern hinweg, ſo waren die Wirkungen umgekehrt.

War das Band in ſeiner Hand von einer andern Farbe, als das in dem Rahmen, (nur daß es nicht ſchwarz war), ſo war der Erfolg derſelbe.

War das in ſeiner Hand befindliche Band ſchwarz, ſo ward es allemal negativ elektriſch, es mochte in die Länge oder Quere gerieben werden; außer wenn das in dem Rahmen auch ſchwarz war; denn alsdann ward es, wenn es der Länge nach gerieben ward, poſitiv elektriſch.

Beym Verſuche einer Erklärung dieſer Wirkungen bemerkt er, daß dasjenige Band, welches am meiſten gerieben worden, glätter und wärmer war, als das andere; und er glaubte, daß, obgleich die Glätte die Körper geſchickt mache, durch Reiben eine poſitive Elektricität anzunehmen, doch andere Umſtände ebenfalls dabey in Betrachtung zu ziehen wären, indem er gefunden hatte, wenn er ein Seidenband, welches durch vieles Reiben ſehr glatt geworden war, über einen Theil eines andern Bandes, welches rauh

und

und noch ungebraucht war, hinweg zog, daß das rauhe Band nichts desto weniger positiv elektrisch ward. Aus diesem Versuche schloß er, daß die Wirkung gewisser Maaßen von der Farbe herrühre. Nachdem er so nachdachte, ward er auf folgende Versuche geleitet.

Wenn das Band, welches er in seiner Hand hielt, gegen das Feuer gehalten oder mit dem Plätteisen wohl durchhitzt war, so fand er das freye Band, ungeachtet es über einen Theil des Bandes im Rahmen hinweggezogen ward, dennoch negativ, und das Band im Rahmen positiv elektrisch. Diese Versuche stellte er mit gleichem Erfolge mit Seidenbändern von mancherley Farbe, als blauen, grünen, rothen, weißen u. s. an.

Wenn das ausgespannte Band im Rahmen schwarz war, so ward dasselbe nie positiv, wenn gleich das Band in seiner Hand sehr durchhitzt gewesen war, außer, wenn auch das reibende schwarz war. Mannichmal, sagt er, gelingt es auch von ungefähr, ihm einen solchen Grad der Wärme zu geben, wodurch des Reibens gewöhnliche Wirkung, die elektrische Kraft zu erregen, ausbleibt, und eine Art Gleichgewicht entsteht. Wärme man beyde Bänder in gleichem Grade, so entstehe derselbe Erfolg, als wenn es nicht geschähe.

Bergmann glaubte, daß aus diesen Versuchen unläugbar folge, daß die Wärme zu einem negativen Zustande geschickt mache, ja wirklich oft verursache, daß der Körper, welcher sonst positiv gewesen wäre, negativ werde. Daher, meint er, ließen sich Begebenheiten erklären, welche sonst sehr schwer zu

begreifen wären. Wir fänden täglich, daß, wenn die Elektriſirkugel warm ſey, ſie keine ſo ſtarke Kraft von ſich gebe, als zuvor. Denn wenn die Kugel, welche beym Reiben poſitiv werde, einen gewiſſen Grad Wärme mehr bekomme, als der reibende Körper, ſo werde ſie dadurch zu einem negativen Zuſtande mehr geſchickt gemacht, der Unterſchied zwiſchen dem geriebenen und reibenden Körper werde geringer, und ſo müſſe die Kraft geſchwächt werden.

Werde der Unterſchied zwiſchen den Körpern vermehrt, ſo müſſe nach dem entgegengeſetzten Satze die Kraft zunehmen. Dieſes werde unter andern durch einen beſondern Verſuch beſtärkt, daß Glasröhren mit gewächſtem wollenen Zeuge gerieben ſtärkere Elektricität gäben, als wenn man Wolle allein brauche. Beym Reiben werde die Wolle poſitiv und das Wachs negativ, mithin entſtehe aus gewächſter Wolle ein Körper, der mehr zum negativen Zuſtande geneigt ſey, als die Wolle allein, und folglich ſey der Unterſchied zwiſchen Glas und gewächſter Wolle größer, als zwiſchen Glas und Wolle.

Die Wärme, fährt er fort, ſey wirklich ein Umſtand, welchen die Elektriſirer bisher zu wenig in Betrachtung gezogen hätten, und er glaube, daß der Mangel der Aufmerkſamkeit auf dieſen Umſtand Irrungen in dem Erfolge einiger Verſuche, vornämlich der mit dem Isländiſchen Kryſtalle, verurſacht haben möchte.

Um ſich größere Gewißheit in Anſehung der beyden Arten der Elektricitäten zu verſchaffen, hat Bergmann h) nachher mehrere Verſuche, beſonders mit an

eins

h) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXVII. S. 132. d. d. Ueberſ.

einander geriebenen Glasscheiben gemacht. Bey allen Körpern, sagt er, findet sich der Erfahrung gemäß eine gewisse Ordnung; wenn sie in derselben Paarweise an einander gerieben werden, und sonst alle übrige Umstände gleich sind, so wird der eine allemal positiv, und der andere negativ. Dieses habe ohne Zweifel seinen hinreichenden Grund in dem eigenen Baue und der Beschaffenheit der Körper. Man setze: A, B, C, D, E u. s. sollen alle bekannte Körper in solchen Stellen bedeuten, daß jeder, an welchen man will, von den vorhergehenden gerieben, negativ, aber an welchen man will der folgenden gerieben, positiv werde, so nennt er dieses Verhalten ihre gewöhnliche Ordnung.

Um nun hiebey etwas bestimmtes auszumachen, und keine überaus verwickelte Untersuchungen anstellen zu dürfen, bemerkt er, daß man vor allen Dingen gleichartige Körper untersuchen müsse. Es war eine bekannte Sache, daß sich durch Aneinanderreiben solcher Körper Elektricität erregen lasse, und daß sie fast allemal in dem einen positiv und in dem andern negativ wird; aber warum einer vor dem andern in einen dieser Zustände versetzt wird, oder warum er nach einiger Zeit durch neues Reiben mit demselben Körper in den entgegengesetzten Zustand kommt, war bisher von Niemand nachgewiesen. Bergmann glaubt, daß es ihm geglückt sey, hier etwas in Ansehung des glatten Glases in Ordnung gebracht zu haben. Zu seinen Versuchen hatte er ein Paar Glasscheiben gebraucht, die von einem Stücke geschnitten waren. Die größten, die er gebraucht hat, waren von Spiegelglas 1 geometrische Linie dick gewesen, 84 Linien lang und 18 breit. Die eine Scheibe nennt er A, die andere B. Ein Paar, die er viel

gebraucht hatte, waren 70 Linien lang, 13 breit und ½ dick. Die eine untere bezeichnet er mit a, die andere mit b, und der Kürze wegen nennt er die Seiten der beyden ersten A, A′, B, B′, der letztern a, a′, b, b′.

Die Gläser müssen, bemerkt er noch, ehe man den Versuch mit ihnen anstellt, recht rein, trocken, gleich warm seyn, und sonst von keinem Körper, als der Luft, die sie umgiebt, gerieben werden, in welchem Zustande sie sich wenigstens ein Paar Stunden zuvor befinden müssen. Auch muß das Zimmer gar nicht feucht seyn. Das Reiben muß bedachtsam geschehen, ohne stark zu drücken, oder an den Kanten zu scharren.

Wenn A quer über von B gerieben ward, so erhielt die geriebene Stelle auf A die positive und B auf beyden Seiten die negative Elektricität. Ward A quer über von B′ gerieben, so ward jenes + und dieses —; eben dies erfolgte, wenn A′ von B quer über gerieben ward. Rieb er A′ gegen B′, so ward das erste + und das letzte —. B gegen A gerieben machte B + und A —, gerade dem ersten Versuche entgegen; B gegen A′ gerieben ertheilte B + und A′ —; auch ward B′ +, wenn B′ gegen A und gegen A′ gerieben ward, beyde aber A und A′ erhielten —.

Aus diesen Versuchen folgerte nun Bergmann: 1. daß es keinen Unterschied gebe, welche Seite des Glases man brauche, wenn sonst alles einerley sey; 2. daß die Haupturſache der gefundenen Unterschiede auf der Art zu Reiben beruhen müsse. Seiner Meynung nach liegt der wahre Ursprung des positiven Zustandes in diesen Fällen in der durch Reiben vermehrten Wärme, welches ihm folgende Versuche zeigten.

Ward

Ward nämlich A von B, das wohl gewärmt war, quer über gerieben, so fand sich A — und B +, den vier vorerwähnten ersten Versuchen zuwider; ward aber B quer über von A, welches wohl erwärmt war, gerieben, so ward nun B — und A +, den vier vorerwähnten letzten Versuchen zuwider.

Also bleibt es, sagt Bergmann, ausgemacht, wenn alles andere gleich ist, daß hier größere Wärme dasjenige, was von den geriebenen Gläsern positiv werden soll, negativ macht. Dieses sehe bey dem ersten Anblicke desto wunderbarer aus, da es demjenigen widerstreite, was dieselbe Ursache bey seidenen Bändern bewirke. Den Grund hievon müsse man ohne Zweifel in dieser Körper ungleichen Beschaffenheit und Zusammensetzung suchen, denn die elektrische Materie müsse wohl in beyden einerley seyn. Daß die Wärme einer der Hauptumstände bey Erregung der Elektricität sey, werde von allen Erfahrungen bestätigt, ob man gleich bisher wenig Achtung darauf gegeben habe.

Zu finden, ob und was für einen Unterschied die Länge der an einander geriebenen Gläser mache, schnitt er b mitten durch, und rieb es alsdenn quer über a; aber der Erfolg war, wie bey allen vorhergehenden Versuchen, das geriebene + und das reibende —. Ueberhaupt machte die Größe keine Aenderung.

Was die Dicke des Glases betrifft, so fand er, daß, wenn alles übrige gleich bleibt, das dickere Glas allemal positiv werde. Hieraus könne man aber doch nicht schließen, daß allemal ein dünneres gegen ein dickeres — werde.

Noch mehr, meynt er, thue die Farbe bey der Sache. Er hat dreyerley Arten verſucht: lichtgraues, 4 Gran dick, purpurfarbenes, ohngefähr eben ſo dick, und dunkelgrünes, 2 Gran dicker als eines der vorigen, folglich 1 Gran dicker als a oder b.

Die gefärbten Gläſer fand er, der Wärme ungeachtet, allemal gegen alle ungefärbte Scheiben negativ; das blaue ward gegen das grüne gerieben ſtark poſitiv, das Grüne negativ, ob es gleich 2 Gran dicker war.

Um zu erforſchen, wie weit die Beſchaffenheit der ungeriebenen Seiten des Glaſes im Stande wäre, den Erfolg zu ändern, ſchliff er eine Seite einer b völlig gleichen und von eben dem Stücke abgeſchnittenen Scheibe matt. Wenn die glatte Seite mit andern Glaſe gerieben wurde, ſo war der Erfolg völlig mit allen vorhergehenden Verſuchen einerley, doch im matt geſchliffenen Glaſe ſehr ſchwach, und obgleich glatte Gläſer bey dergleichen Gelegenheiten auf beyden Seiten einerley Elektricitäten erhielten, ſo zeigte doch hier die Seite, die ihre glatte Oberfläche verloren hatte, kaum einige Spuren davon, ſondern es zog ſowohl die poſitiven als negativen Probeſtreifchen; wofern nicht durch Wärme die Elektricität ſtark ward, da denn beyde Seiten deutlich einerley Wirkung zeigten.

Wenn die ungeriebene Seite eines Glaſes genau mit Spiegelfolie belegt ward, ſo machte dies in dem gewöhnlichen Erfolge keine andere Veränderung, als daß die Kraft in dem belegten Glaſe ſehr ſchwach ward, wenn die Belegung einen Zuſammenhang mit leitenden Körpern hatte.

Außer den bisher angeführten Elektriſirern haben vorzüglich noch Wilke und Aepinus Verſu-

che

che angestellt, welche sich auf die positive und negative Elektricität beziehen.

Wilke [a]) führt verschiedene artige Versuche, die Entstehung der von ihm so genannten freywilligen Elektricität betreffend, an, dergleichen durch das Schmelzen elektrischer Substanzen hervorgebracht wird, welche in Vergleichung mit Canton's Versuchen die Lehre von der positiven und negativen Elektricität in ein helles Licht setzen.

Er schmolz Schwefel in einem irdenen Geschirre, welches er auf Leiter stellte; nachdem er dieselben hatte kalt werden lassen, nahm er den Schwefel heraus, und fand ihn stark elektrisch; eine ganz andere Beschaffenheit hatte er, wenn er ihn auf elektrische Substanzen zum Abkühlen hingestellt hatte.

Er schmolz Schwefel in gläsernen Gefäßen, wodurch alle beyde eine starke Elektricität unter vorerwähnten Umständen erhielten, sie mochten nun auf elektrischen Körpern gestanden haben oder nicht; jedoch in dem ersten Falle eine weit stärkere, als in dem letztern; und zwar bekamen sie eine noch stärkere Kraft, wenn das gläserne Gefäß, worin derselbe geschüttet worden, mit Metall überzogen war. In diesen Fällen war das Glas allemal positiv, und der Schwefel negativ elektrisch. Besonders merkwürdig war es, daß der Schwefel keine Elektricität eher erhielt, als bis er zu erkalten anfieng, und daß dieselbe in dem Zustande des stärksten Einschrumpfens am stärksten war, da im Gegentheil die Elektricität des Glases zu derselben Zeit am schwächsten war; und daß sie dann am allerstärksten war, wenn der Schwefel her-

a) De electricitatibus contrariis. Rost. 1757. 4.

herausgeſchüttet ward, ehe er einzuſchrumpfen anfieng und eine negative Elektricität erhielt.

Bey Fortſetzung dieſer Verſuche fand er, daß geſchmolzenes Lack, welches in Glas gegoſſen worden, eine negative Elektricität erhielt; wenn es aber in Schwefel gegoſſen ward, ſo bekam es eine poſitive Elektricität, und ließ den Schwefel negativ elektriſch. Schwefel, welcher in Holz, das im Backofen gedörrt war, gegoſſen ward, wurde negativ, und das Holz poſitiv; Schwefel aber, welcher in Schwefel, oder in rauhes Glas gegoſſen ward, erhielt ganz und gar keine Elektricität.

Verſuche, welche dieſen gleichförmig waren, wurden auch von Aepinus [k]) angeſtellt. Er goß geſchmolzenen Schwefel in metallene Becher, und bemerkte, daß, wenn der Schwefel erkaltet war, der Becher und Schwefel bey einander keine Zeichen der Elektricität äußerten, ſo bald ſie aber von einander geſondert wurden, ſehr ſtarke Merkmale derſelben blikken ließen. Die Elektricität verſchwand allemal, wenn der Schwefel wieder in den Becher gethan ward, und ſie zeigte ſich wieder, wenn er wieder herausgenommen ward. Der Becher hatte eine negative, und der Schwefel eine poſitive Elektricität erhalten. War aber die Elektricität von einem derſelben, indem ſie von einander geſondert wurden, hinweggenommen worden, ſo äußerten ſie beyde, nachdem ſie wieder mit einander vereinigt wurden, Zeichen derjenigen Elektricität, welche nicht weggenommen worden war. Dieſe Elektricität befand ſich, wie er bemerkt, bloß auf der Oberfläche des Schwefels.

Auch Wilke gab von verſchiedenen Verſuchen Bericht, welche er über das Reiben mancherley Subſtan-

k) Tentamen theoriae electricitatis. Petrop. 1760. 4.

stanzen anstellte, und welche über denselben Gegenstand ein nicht weniger helles Licht verbreiten.

Schwefel und Glas an einander gerieben brachten eine starke Elektricität hervor, welche in dem Glase positiv, in dem Schwefel negativ war.

Als Schwefel und Lack an einander gerieben wurden, ward das Lack positiv, und der Schwefel negativ.

Holz mit Tuch gerieben ward allemal negativ.

Holz mit glattem Glase gerieben ward allemal positiv; und dieses war der einzige Fall, in welchem es positiv ward; wenn es hingegen mit Bley gerieben wurde, ward es negativ, und das Metall positiv. Bley schien daher kein so guter Leiter zu seyn, als die andern Metalle.

Nach diesen Versuchen theilt Wilke folgendes Verzeichniß der vornehmsten Substanzen, womit elektrische Versuche angestellt worden, in derjenigen Ordnung mit, in welcher sie stehen, wenn sie eine positive oder negative Elektricität erhalten sollen; von welchen Substanzen einige positiv elektrisch werden, wenn man sie mit einer in dem Verzeichnisse darauf folgenden reibt, und negativ, wenn man sie mit einer vorhergehenden reibt.

Glattes Glas
Wollen Tuch
Federspulen
Holz
Papier
Siegellack
Weißes Wachs
Rauhes Glas
Bley
Schwefel
Andere Metalle.

Bey allen zur Bestimmung der Ordnung dieser Substanzen angestellten Versuchen, sagt Wilke, muß eine genaue Sorgfalt beobachtet werden, um die ursprüng-

sprüngliche Elektricität von der mitgetheilten, oder von der Folge des Reibens zu unterscheiden.

Er versichert, daß glattes Glas in allen Fällen positiv sey, und folgert daraus, daß es das elektrische Fluidum am meisten unter allen Substanzen anziehe. Priestley in seiner Geschichte der Elektricität führt aber an, Canton habe ihm berichtet, gefunden zu haben, daß das glätteste Glas eine negative Elektricität erhalte, wenn es über einen Katzenrücken hinweggezogen wird.

Da Wilke [1]) diese Stelle im Priestley gelesen hatte, so veranlaßte sie ihm, die Ursachen dieses Unterschiedes genauer zu untersuchen, und auf die merkwürdigen Abwechselungen acht zu geben, die er selbst zu wiederholten Malen bey der Elektricität des Glases wahrgenommen hatte, wenn es am Haare gerieben wird. Die Resultate seiner Versuche sind folgende:

1. alle todte Haare von Menschen und Thieren, wie man auch das Glas reibt, lassen das Glas allemal positiv. Je älter und trockener diese Haare sind, desto stärker wird diese Elektricität. Eine Glasröhre, 1 Zoll im Durchmesser, der Länge nach mit 10 Jahr alten Kopfhaaren gerieben, hat der ganzen Länge nach platzende und flatternde Funken gegeben, die man auch erhielt, als man quer über sie mit einer Quaste von alten Pferdehaaren peitschte, wobey die Haare stark negativ wurden, und sich wie ein Busch aus einander gaben, welches eine sehr gute Art ist, eine Röhre zu elektrisiren.

2. Le-

1) Abhandlung. der Schwed. Akad. der Wissensch. B. XXXI. S. 317. d. d. Uebers.

2. Lebende Haare hingegen, die noch am Körper sitzen, oder nur kürzlich abgeschnitten sind, lassen das Glas positiv oder negativ, nachdem man das Reiben damit verrichtet. Wird das Haar seiner Länge nach gerieben, als wenn man mit der Glasröhre vom Kopfe frey herabhangendes Haar, oder eine Katze oder einen Hund längst dem Rücken streicht, oder mit einer Quaste von eben abgeschnittenen Haaren, an das Ende eines Stöckchens gebunden, quer über das Glasrohr peitscht, so wird das Glas allemal negativ und bisweilen recht stark. Reibt man wieder das Haar quer über seine Länge, als wenn man Haare mit einer Zange um das Glas legt, das Haar der Quere mit dem Glase reißt, oder das Glas vor- und rückwärts quer über des Thieres Rücken zieht, so wird das Glas allemal positiv. Also wird das Glas nie negativ, als wenn lebende Haare ihrer Länge nach gerieben werden.

Wilke bemerkt hiebey, wie man die Unterschiede dieser Versuche leicht erkläre, so könne man auch, vermöge Bergmanns Versuche mit Seidenbande und Glasscheiben, alle Umstände ganz wohl vereinigen, und daraus folgendes schließen: a. Lebende Haare sind in Absicht auf die elektrische Kraft dem besten Glase am genauesten gleich; b. die Abwechselung der Elektricität bey unähnlichen Arten zu reiben beruht auf stärkerm oder schwächerm Reiben, und dem daher entstehenden Unterschiede der Wärme, welche das Haar und das Glas bekommen, denn das Glas wird mehr als das Haar gerieben, und alsdann negativ, wenn jeder Theil desselben über des Haares ganze Länge läuft, aber wenn die Glasröhre quer über das Haar streicht, so wird das Glas weniger

als das Haar gerieben. Weil aber diese Abwechselung der Elektricität bey todten Thieren nicht statt findet, welche das Glas allemal negativ machen, so zeigt sich dadurch c. die Merkwürdigkeit, daß lebende Haare etwas haben, was sie mit der Zeit verlieren, und was die bey ihnen erwähnte Gleichheit mit dem Glase verursacht. Wilke muthmaßt, es sey nichts anders, als die natürliche Fettigkeit, die sich bey lebenden Haaren findet und mit der Zeit bey todten verschwindet. Denn

3. als er eine kleine Quaste frischer trockener Kopfhaare an ein Stöckchen gebunden hatte, und damit die Glasröhre peitschte, welche stark negativ ward, fand er ihre reine spiegelnde Oberfläche mit ein wenig Fettigkeit überzogen, die abgetrocknet ward. Er legte das Haar nebst dem Glase auf einen warmen Ofen, und fand, daß es nach 14 Tagen das Glas weniger negativ machte, wie auch dessen Oberfläche vom Haare weniger matt oder fettig ward. Nachgehends ließ sich keine Elektricität damit erregen. Aber nachdem 5 Wochen verlaufen waren, fieng das Haar an, das Glas positiv zu machen, welches immer mehr und mehr zunahm. Nun blieb die Glasfläche völlig rein, und ließ sich damit ferner keine negative Kraft erregen. Er bestrich diese Haare mit ein wenig Talg, peitschte das Glas, und es ward wieder negativ. Nachdem aber der Talg durch Auslaugen und Abseifen weggeschaft war, gaben die Haare nur positive Elektricität von sich, zum Beweise, daß eine Fettigkeit bey den lebenden Haaren diesen Unterschied verursachen kann, welches zu neuen Untersuchungen leitet, wenn man nicht annehmen will, die Fettigkeit des Haares vermindere nur das Reiben, wel-

welches dadurch stärker am Glase als am Haare werde, und so alle Erscheinungen mit einander vereinige.

4. Der Unterschied zwischen den Wirkungen lebender und alter todter Haare veranlaßte die Muthmaßung, die letztern, quer über lebende gestrichen, die man der Länge nach rieb, würden eine merkliche Elektricität geben. Zu dieser Absicht ließ er eine Person mit langen Haaren auf einen Tritt mit gläsernen Füßen treten und den Kopf neigen, strich alsdann mit einer trockenen und etwas steifen Bürste schnell über das frey hangende Haar, welches sich theils aufrichtete, theils gegen Gesicht und Körper zog, und die ganze Person, nachdem sie sich einige mal mit den Armen die Elektricität gesammelt hatte, ward elektrisch, so daß sich aus ihrem Leibe merkliche Funken herausziehen ließen, und die gewöhnlichsten Versuche mit Ladungen kleiner Gläser von ihr ohne Beschwerde bewerkstelligen ließen. Diese Elektricität ist bey allen, mit welchen der Versuch gemacht wurde, positiv befunden worden; wenn er hingegen selbst mit der Bürste auf dem Tritte stand, und demjenigen, der sich auf dem Boden befand, über das Haar strich, so ward seine Elektricität negativ.

5. Alle übrige Körper, als trockenes Holz, Federn, Papier, Lack, Schwefel und Metalle, mit lebenden oder todten Haaren gerieben oder gepeitscht, erhalten dadurch negative Elektricität. Sie ist besonders bey Lack, Schwefel und Metallen sehr lebhaft.

Als einen Anhang führt er noch folgenden Versuch an, welcher zeigt, daß geschmolzene Metalle auf Glas gegossen die elektrische Kraft eben so erregen, wie es bekannter Maaßen mit Siegellack, Harz,

Schwefel, geſchieht. Zu dieſer Abſicht hatte er ſich einen kleinen Haken von Eiſendrath in eine erwärmte gläſerne Schaale geſetzt, und um ihn einen Kuchen von Bley, Zink oder Zinn gegoſſen, ſo groß als einen Reichsthaler, dieſen erkalten laſſen, und das Metall mit einem ſeidenen Faden erhoben. Wenn der Verſuch gelingt, ſo folgt das Glas mit und hängt am Metalle, welches frey in trockener Luft hängt. So lange die Körper beyſammen befindlich ſind, bemerkt man nicht die geringſte Elektricität, ſobald aber das Glas durch ſein eigenes Gewicht oder durch einen Schlag mit einer trockenen gläſernen Stange abfällt, ſo zeigen Metall und Glas, beyde eine lebhafte ſprützelnde Elektricität, die beym Metalle negativ, beym Glaſe poſitiv iſt. Wird ſie negativ, ſo verſchwinden beyde, abgeſondert aber behalten ſie ſolche lange. Eine einzige Berührung nimmt ſie gleichwohl beym Metalle gänzlich weg, welches aber aufs Glas gelegt und da angerührt ſie wieder gewinnt. Zuletzt fügt er folgende Fragen hinzu. Iſt nicht dieſe Elektricität vielleicht ſo natürlich beym Metalle als beym Glaſe? Rührt ſie vom Glaſe allein her, ſo ſcheint es, als ließe ſich des Glaſes Elektricität durch bloße Wärme erregen. Oder entſteht ſie von einem Reiben beym Aufſchütten, wie beym Barometer? oder durch die genaue Vereinigung und die Aufſchließung der Luft, die nachher plötzlich zwiſchen die Körper eindringt? Beruht nicht vielleicht auch ein großer Theil Adhäſionen in der Natur auf dergleichen Elektricität?

Aepinus preßte zwey Stücke Spiegelglas, jedes von einigen Quadratzollen, dicht an einander, und bemerkte, daß, wenn ſie von einander geſondert wur-

wurden und man sie mit keinem Leiter in Verbindung brachte, jedes eine starke Elektricität, und zwar das eine eine positive und das andere eine negative Elektricität erhielt. Wenn sie wiederum an einander gebracht wurden, verschwand die Elektricität von beyden; alsdann aber nicht, wenn das eine oder andere derselben seiner Elektricität beraubt worden war, da sie sich abgesondert von einander befanden. Eben dergleichen Versuch, sagt er, kann man auch mit Glas und Schwefel, oder mit andern elektrischen Körpern, oder mit irgend einem elektrischen Körper und einem Stück Metall, vornehmen.

Durch die bisher angeführten Versuche schienen die Elektrisirer hinreichend bewiesen zu haben, daß die Hervorbringung einer von beyden Elektricitäten von der Fläche des elektrisch gemachten Körpers in Ansehung des Reibzeuges abhange. Dagegen stellte Herr de la Vals eine andere Theorie über die beyden Gattungen der Elektricität auf, welche sich auf eine alte Lehrmeynung von den verschiedenen Kräften, die gänzlich von den mancherley Substanzen abhangen, bezog, und gerieth dadurch mit Canton in einen Streit. Bey dieser Gelegenheit wurden einige neue Versuche vorgenommen und manche neue Umstände entdeckt, welche angeführt zu werden verdienen.

De la Vals bemerkte, daß es bloß zwey chemische Grundstoffe der Körper gebe, nämlich Erde und Schwefel, deren jeder eine verschiedene Art von Elektricität besitze, wovon die eine eine mehrere, die andere eine wenigere Elektricität genannt werden könne, und glaubte, daß in einem aus beyden Arten zusammengesetzten Körper die entgegengesetzten Kräf-

te dieser Bestandtheile einander das Gleichgewicht zu halten und eine die Wirkung der andern aufzuheben vermögend seyen; und daß daher Körper, in welchen die positiven und negativen Kräfte einander gleich sind, keine Elektricität zeigen werden. Für dergleichen Substanzen hielt er das Metall, welches aus Kalk und Schwefel besteht; denn Metalle ließen sich ohne einen zur Verjagung allen ihren Schwefels hinlänglichen Grad von Hitze nicht verkalken, welches daraus erhelle, weil sie sich ohne Beymischung irgend einer fettigen Substanz zu ihrer vorigen metallischen Gestalt nicht wieder reduciren ließen. Eben dergleichen Vertreibung des Schwefels, sagt er, muß auch bey thierischen und vegetabilischen Stoffen, ehe diese zu weißer Asche werden, statt finden. Durchsichtige Steine betrachtete er als bloße Erde, worunter sich nicht das geringste Oel befindet, indem er nach der chemischen Auflösung des Krystalls die andern beurtheilte.

Zur Bestätigung dieser Theorie machte de la Vals Versuche mit trockenen Pulvern calcinirter Metalle, als Bleyweiß, Bleyasche, Mennige, Spießglaskalk u. d. gl., that sie in lange Glasröhren, und suchte ihre elektrische Kraft durch dieselben hindurch zu bringen, fand es aber allemal unmöglich. Thierische und vegetabilische Stoffe, wenn sie zu Asche verbrannt wurden, so wie auch der Rost der Metalle, ließen ebenfalls keine Elektricität hindurch.

Auf diese Versuche und Lehrmeynung ward er dadurch zuerst gebracht, da er beobachtete, daß trockene Modererde keine Elektricität leiten wollte. Dasselbe versuchte er auch mit dürrem Portlandischen Stein, welchen er zum Theil in Platten, die so dünn wie

Fens

Fensterscheiben waren, hatte schneiden lassen. Diese machte er bis zu einem gehörigen Grade heiß, und überzog sie auf beyden Seiten mit Metall, um die Leydenschen Versuche damit anzustellen. War der Stein so heiß, daß er Papier sengte, so leitete er eben so gut, als wenn er kalt war; sobald er sich aber ein wenig abgekühlt hatte, fieng er an, gar nicht mehr zu leiten, und verursachte nur schwache Erschütterungen, welche ohngefähr 10 Minuten lang an Stärke nach und nach zunahmen, da er sich alsdann in seinem vollkommensten Zustande befand, und beynahe ¼ Stunde also verblieb. Nach Verlauf dieser Zeit wurden, je kühler der Stein ward, die Erschütterungen allmählig schwächer, bis sie zuletzt ganz und gar aufhörten, und der Stein seine Fähigkeit zu leiten wieder erhielt; jedoch stellte sich dieser Zustand, noch ehe der Stein ganz kalt geworden war, wieder ein.

Dergleichen Versuche giengen mit allen solchen Körpern, welche einen Ueberfluß an Kalk oder Erde hatten, von statten, z. B. Steine, Erde, trockner Thon, Holz, welches verfault oder im Feuer so lange gebrannt war, bis die Oberfläche schwarz geworden. Unter andern Substanzen nahm er eine gemeine Tobakspfeife, deren mittlern Theil er bis zu einem gehörigen Grad heiß machte, und alsdann das Ende derselben einer elektrischen Stange näherte, unterdessen daß das andere in der Hand gehalten ward; wo er dann bemerkte, daß das elektrische Fluidum längst der Pfeife nicht weiter, als bis an den erhitzten Theil gieng.

Aus diesen Versuchen folgerte de la Vals, daß Steine und andere erdigte Substanzen sich durch verschiedene Methoden, und besonders durch verschie-

dene Grade von Hitze, aus unelektrischen Körpern in elektrische verwandeln ließen. Als er aber nachher fand, daß einige der Meynung waren, daß diese Verwandlung nicht unmittelbar, sondern bloß als eine Folge von der Hitze herrührte, indem sie die Feuchtigkeit zum Verdunsten brächte, welche nachher, wenn die Substanz erkaltet ist, sich wieder damit verbindet; so machte er in einem der königl. Societät am 17. Dec. 1761 vorgelesenen Aufsatze bekannt, daß er wahrgenommen habe, die Tobakspfeife sey ihrer Elektricität beraubt worden, noch ehe sie kalt geworden sey, und mithin, ehe sie so viel Feuchtigkeit wieder habe einziehen können, daß ihre Elektricität aufgehoben werden konnte; überdieß sey die Substanz, deren er sich zu dem Versuche bedient habe, gar nicht von der Art Körper gewesen, welche die Feuchtigkeit aus der Luft geschwind an sich zu ziehen geschickt sind.

Zur Erklärung der Versuche des Herrn de la Wals nahm Canton in einem am 4. Febr. 1762 der königl. Societät vorgelesenen Aufsatze an, daß keine Tobakspfeife, Holz u. d. gl. wenn sie kalt sind, vermöge der in diesem Zustande in ihnen enthaltenen Feuchtigkeit, leiten; daß sie, sobald ihre Feuchtigkeit durch die Hitze verdunstet ist, zu Nichtleitern werden, und daß, wenn sie recht heiß gemacht werden, die heiße Luft auf oder nahe an ihren Flächen leite, und die Körper sodann wieder als Leiter erscheinen. Daß heiße Luft ein Leiter der Elektricität sey, kann, wie er behauptet, dadurch leicht erweislich gemacht werden, wenn man einen glühend gemachten eisernen Stab, jedoch nur auf einen Augenblick, innerhalb 3 oder 4 Zoll von einem kleinen elektrisch gemachten Körper hält, wo man alsdann wahrnimmt, daß dessen elektri-

trische Kraft beynahe, wo nicht gänzlich vernichtet wird; imgleichen, wenn man ein elektrisch gemachtes Stück Bernstein 1 Zoll weit von der Flamme eines Lichts hält, wo alsdann dasselbe seine Elektricität verliert, noch ehe es einen merklichen Grad von Hitze angenommen hat.

Zur Bestätigung des Gesagten führt er an, bemerkt zu haben, daß der Tourmalin, Brasilianische Topas und Brasilianische Smaragd, wenn sie kalt geworden, nachdem sie ohngefähr 1 Minute lang 2 Zoll weit von einem beynahe rings umher angebrachten Feuer, wobey die Luft ein Leiter ist, gehalten worden, weit stärkere Zeichen der Elektricität von sich gegeben haben, als nachdem sie in kochendem Wasser heiß gemacht waren. Imgleichen, daß, wenn beyden Seiten dieser Steine eine gleiche Hitze in einem so geringen Grade, als er die umgebende Luft zu einem Leiter macht, beygebracht worden, die Elektricität einer jeden Seite, sie sey nun entweder eine mehrere oder wenigere gewesen, die ganze Zeit über, da man den Stein sowohl heiß als auch kalt werden ließ, also verblieben, beym Erhitzen aber zugenommen und beym Erkalten abgenommen; da hingegen, wenn die Hitze so stark gewesen, daß sie die umgebende Luft geschickt gemacht hat, das elektrische Fluidum von der positiven Seite des Steins nach der negativen Seite desselben zu leiten, unterdessen daß er heiß gemacht worden, die Elektricität einer jeden Seite während dem Abkühlen des Steins zugenommen, während dem Erhitzen desselben hingegen abgenommen habe.

Was die Tobakspfeife betrifft, so sagt Canton, daß dieselbe die Feuchtigkeit der Luft nicht nur an sich ziehe, sondern auch ganz und gar in sich

schlucke; daher auch eine Tobakspfeife, nachdem sie kalt zu werden anfängt, wieder weit geschwinder zum Leiter wird, als Holz. Und daß dieselbe die Feuchtigkeit weit schneller in sich ziehe, als Holz, erhellt daraus, weil, wenn sie naß gemacht worden, sie nicht so lange feucht bleibt, als Holz, indem sich die Feuchtigkeit sogleich hineinzieht.

Daß eine Tobakspfeife nicht durch einen besondern Grad von Hitze, ohne Hinwegdunsten ihrer Feuchtigkeit, zu einem Leiter werde, beweißt er durch folgende Versuche:

Wenn man 3 oder 4 Zoll eines Endes von einer über 1 Fuß langen Tobakspfeife glühend macht, jedoch so, daß das andere Ende nicht merklich heiß wird; so wird diese Pfeife zu einem wahren Leiter vermittelst der den einen Theil derselben umgebenden heißen Luft und der in dem andern befindlichen Feuchtigkeit, obgleich ein gewisser Theil davon den Grad der Hitze eines Nichtleiters haben muß. Hat man aber die ganze Pfeife glühend gemacht, und läßt sie so lange kalt werden, bis sie bloß obenhin Feuchtigkeit genug hat, sie zu einem guten Leiter zu machen, und erhitzt abermals 3 oder 4 Zoll des einen Endes, so wird sie zu einem Nichtleiter.

Legt man einen Nagel an oder nahe an jedes Ende eines länglichten dichten Stücks eines der angeführten Körper, welcher Feuchtigkeit einsaugt, so daß die Spitze eines jeden Nagels ohngefähr die Hälfte der Dicke des Körpers innerhalb seiner Fläche hineingeht, so kann ein solcher Körper durch die Hitze auswendig oder obenhin zu einem Nichtleiter gemacht werden, da derselbe indessen inwendig ein guter Leiter bleibt.

bleibt. Denn das elektrische Fluidum geht von dem einen Nagel zum andern durch die Mitte des Körpers leicht hindurch, da es hingegen auf dessen Oberfläche seinen Weg nicht nimmt, auch sogar alsdann, wenn die inwendigen Theile des Körpers sich mit den auswendigen in einem gleichen Grade der Hitze befinden, so wie es gar bald erfolgen muß, nachdem derselbe kalt zu werden anfängt. Wird hingegen derselbe Körper auf eine kurze Zeit einem stärkern Grade von Hitze als vorhin ausgesetzt, oder eine längere Zeit in derselben Hitze erhalten, so wird er völlig zu einem Nichtleiter.

Um zu beweisen, daß gewisse Körper besondere Grade der Hitze erfordern, einen Körper elektrisch oder unelektrisch zu machen, ohne daß es dabey auf Feuchtigkeit ankommt, gedenkt de la Vals einer gewissen Substanz, welche durch die Hitze auf eine den vorerwähnten Beyspielen ganz entgegengesetzte Art verändert wird, indem die Grade der Hitze, welche die andern Körper elektrisch zu machen erforderlich sind, diese unelektrisch machen.

Diese Substanz war Isländischer Krystall, worüber er folgende Beobachtungen anstellte: 1. nachdem ein Stück dieses Krystalls bey einer gemäßen Wärme der Luft gerieben worden war, äußerte es, wiewohl eben nicht sehr starke, Elektricität; 2. ward die Hitze verstärkt, so daß sie etwas größer war, als die Wärme der Hand, so ward die elektrische Kraft desselben gänzlich zernichtet; 3. als der Stein wieder kalt geworden war, hatte sich die elektrische Kraft wieder eingestellt.

Dieses Stück Krystall versenkte er in ein Gefäß, das mit Quecksilber angefüllt und rings um-

her

her mit Eis belegt war, ließ es, als eben sehr kaltes Wetter war, gegen 2 Stunden lang darin liegen, und bemerkte, als er es mit einer Zange herausholte und es abermals rieb, daß es weit stärker elektrisch war, als er es zu jeder andern Zeit befunden hatte; daß aber, als er es einige Minuten lang auf dem Heerde in einiger Entfernung vom Feuer hatte liegen lassen, die elektrische Kraft desselben sich wieder verloren hatte, indem sich nach dem Reiben nicht die geringsten Zeichen davon äußern wollten.

Hier haben wir also, sagt er, zwey verschiedene Arten fester Körper, wovon der eine eine elektrische Eigenschaft bey derselben Hitze erlangt, bey welcher ein anderer dieselbe verliert, da unterdessen eine dritte Gattung von Substanzen, z. B. Glas u. s. f. den Grad der Hitze hindurch, welcher den andern beyden unentbehrlich ist, ihre Elektricität behält.

Einige Stücke Isländischen Krystalls, welche er sich von verschiedenen Orten her hatte kommen lassen, hatten die Eigenschaft nicht, daß sie ihre Elektricität bey einer mäßigen Hitze verloren. Insbesondere hatte er ein Stück von diesem Krystall, wovon der eine Theil, nachdem er sehr heiß gemacht worden, unelektrisch ward, da unterdessen der andere Theil bey derselben oder gar einer noch größern Hitze vollkommen elektrisch blieb.

Auch bemerkte er noch an einigen andern erdigten Substanzen, daß ihre Elektricität durch verschiedene Grade von Hitze verloren gieng.

Indessen hielt er es doch für wahrscheinlich, daß gewisse Substanzen, von welchen man nicht weiß, daß sie elektrisch sind, gar wohl elektrisch werden könnten,

ten, wenn man sie einem größern Grade von Kälte, als derjenige ist, bey welchem sie bisher untersucht worden sind, aussetzte.

Auf diese Bemerkungen antwortet Canton, er habe vormals wahrgenommen, daß, da die Friktion zwischen Quecksilber und Glas im luftleeren Raume nicht nur das elektrische Licht hervorbringe, sondern auch das Glas auf der auswendigen Seite elektrisch mache, ein Stück trockenes Glas in ein Becken mit Quecksilber versenkt das Glas beym Herausnehmen mehr und das Quecksilber in einem ziemlichen Grade weniger elektrisch gewesen sey. Auch fand er, daß Agtstein, Siegellack und Isländischer Krystall, nachdem sie aus dem Quecksilber herausgenommen worden, insgesammt positiv elektrisch waren. Hieraus, sagt er, erhelle zur Genüge, daß die Elektricität, welche sich beym Reiben der zuletzt erwähnten Substanz äußerte, nachdem sie aus dem rings umher mit Eis belegten Quecksilber herausgenommen worden war, nicht der Kälte, sondern der zwischen derselben und dem Quecksilber beym Herausnehmen vorgegangenen Friktion zuzuschreiben sey. Isländischer Krystall, wenn er warm ist, ist ein Nichtleiter, und alle Nichtleiter können durch taugliche Reibzeuge elektrisch gemacht werden.

Wilson berichtete die Versuche des Herrn de la Vals dem Herrn Bergmann, und bat ihn, zu versuchen, ob sich nicht in Schweden die elektrische Kraft am Isländischen Krystall stärker zeige, als in England, weil der Stein in Schweden ohne Kunst im Winter sehr kalt werden könne [m]). Bergmann hatte

m) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXV. S. 61. der deutsch. Uebers.

hatte de la Vals Versuche mit verschiedenen Arten von Isländischem Krystall wiederholt, allein der Erfolg hat mit demjenigen, was de la Vals davon berichtet, niemals übereinstimmen wollen. Er fand vielmehr bey einem Stücke, anstatt daß dessen Kraft beym Erkalten hätte verstärkt werden sollen, dieselbe beym Heißwerden merklich verstärkt. Als er nachher den Versuch mit seinem ganzen Reste, Schwedischen sowohl als Isländischen Krystall, vornahm, fand er dieselbe Wirkung. Hieraus folgerte er nun, daß die Krystalle, welche er besaß, von einer ganz andern Gattung wären, als die des Herrn de la Vals.

Bis zum Jahr 1759 war man allgemein der Meynung gewesen, daß alle Erscheinungen der Elektricität durch die Wirkung einer elektrischen Flüssigkeit verursacht würden, und alle Versuche, welche man bisher über beyde Arten der Elektricitäten angestellt hatte, schienen auch diese Lehrmeynung zu bestätigen. In diesem Jahre aber lieferte Robert Symmer eine Menge artiger Versuche über denselben Gegenstand, und schloß aus denselben sehr wahrscheinlich auf das Daseyn zweyer elektrischer Flüssigkeiten, welche von einander nicht unabhängig, sondern beständig zugleich vorhanden wären und einander entgegen wirkten.

Johann Franz Cigna zu Turin hat dieselben Versuche des Herrn Symmer viel weiter gebracht, und sie auch aus den Grundsätzen der Theorie des Herrn Franklin erklärt, ungeachtet er der Meynung war, daß kein einziger von den bisher vorgenommenen Versuchen für eine von beyden Hypothesen entscheidend wäre.

Sym-

Symmer n) hatte vor einiger Zeit wahrgenommen, daß, als er des Abends seine seidenen Strümpfe auszog, dieselben ein Gekniſter von sich gaben, und er konnte im Finstern feurige Funken aus denselben herausfahren sehen. Er trug nicht das geringste Bedenken, diese Erscheinung von der Elektricität herzuleiten, und nach einer Menge Beobachtungen zu bestimmen, von was für Umständen die starken elektrischen Erscheinungen abhiengen. Endlich fand er, daß nichts als die Verbindung von Weiß und Schwarz die Elektricität hervorbrachte, und daß die Erscheinungen alsdann am stärksten waren, wenn er einen weißen und einen schwarzen seidenen Strumpf über einander an den Fuß gezogen hatte. Indessen fand der Abt Nollet o) bey der Wiederholung dieser Versuche, daß es eben nicht unumgänglich nothwendig war, daß der eine Strumpf schwarz seyn mußte, sondern daß eben dieselbe Wirkung erfolgte, wenn der eine Strumpf bloß in ein Dekokt von Gallâpfeln getaucht war, welches denselben nicht schwarz färbt, sondern nur eine Vorbereitung dazu ist.

So lange aber die Strümpfe auf dem Fuße oder der Hand waren, so äußerten sie nicht das geringste Zeichen der Elektricität, wenn sie auch gleich verschiedene mal herunter und wieder hinauf gezogen wurden. Auch alsdann, wenn sie von der Hand gezogen und an ein Elektrometer gehalten wurden, bemerkte man, daß sie nichts weiter, als nur einen ganz geringen Grad von Elektricität erlangt hatten; aber in demselben Augenblicke, da sie von einander gesondert wurden, zeigte sich, daß sie beyde, und

n) Philos. Transf. Vol. LI. P. I. p. 340.

o) Lettres sur l'électricité. Vol. III. p. 42.

und zwar der weiße poſitiv und der ſchwarze negativ elektriſch waren.

Beyde Strümpfe, wenn ſie in einer Entfernung von einander gehalten wurden, blieben ſo aufgeblaſen, daß, wenn ſie überaus elektriſch waren, ſie die ganze Geſtalt des Beins behielten; und wenn zwey weiße und zwey ſchwarze Strümpfe bey einander gehalten wurden, ſtießen ſie einander zurück, ſo daß ſie einen Winkel, dem Anſehen nach von 30 oder 35 Grad, machten.

Wenn ein ſchwarzer und ein weißer Strumpf gegen einander gebracht wurden, ſo zogen ſie einander gegenſeitig an, und fuhren ſogar, wenn man es zuließ, mit einer erſtaunlichen Gewalt gegen einander. Bey ihrer Annäherung fiel das Aufgeblaſene allmählig zuſammen, und ihr Anziehen fremder Objekte ward ſchwächer, ihr Anziehen unter einander hingegen ſtärker. Kamen ſie wirklich zuſammen, ſo wurden ſie platt, und lagen ſo dicht an einander, wie zuſammengelegte Seide. Wurden ſie aber von einander geſondert, ſo ſchien ihre Elektricität durch den Stoß der Zuſammenkunft im geringſten nicht geſchwächt worden zu ſeyn, indem man ſie abermals, wie zuvor, ſich aufblaſen ſah, ſo wie ſie ſich anzogen, zurückſtießen, und mit Gewalt gegen einander fuhren.

Wurde dieſer Verſuch mit zwey ſchwarzen Strümpfen in der einen, und zwey weißen in der andern Hand angeſtellt, ſo brachte das Zurückſtoßen der Strümpfe von einerley Farbe, und das Anziehen der von verſchiedener Farbe dieſelben in eine heftige Bewegung, und verurſachte, daß ſie, jeder von der entgegengeſetzten Farbe, in einer größern Entfernung, als man hätte vermuthen können, einander ergriffen.

Wenn

Wenn die Strümpfe von einander abgesondert waren, so verloren sie ihre Kraft sehr geschwind, eben so wie die durch Reiben elektrisch gemachte Röhre; waren sie hingegen bey einander, so behielten sie dieselbe eine oder zwey Stunden lang, und länger, wofern die Luft der Elektricität günstig war. Die schärfste metallene Spitze war nicht vermögend, sie derselben zu berauben; und wenn sie in einander gesteckt worden waren, so war an keine Hervorbringung der geringsten merklichen Entladung der Elektricität zu denken. In dieser Absicht glaubte Symmer, daß zwischen dem schwarzen und dem weißen Strumpfe, wenn sie in einander gesteckt waren, und der Leydner Flasche eine große Aehnlichkeit statt fände.

Das merkwürdigste bey diesen Versuchen mit den weißen und schwarzen Strümpfen war die Kraft des Zusammenhängens, welche sie äußerten. Symmer bemerkte, daß die weißen und schwarzen Strümpfe, wenn sie elektrisch geworden waren, und er sie an einander kommen ließ, nicht nur über alle Maaßen dicht an einander schlossen, sondern auch wirklich fest an einander klebten. Vermittelst einer Wagschale fand er, daß, wenn man sie von einander bringen wollte, zwischen 1 und 12 Unzen dazu gehörten. Zu einer andern Zeit zogen sie 17 Unzen in die Höhe, welches 20 mal mehr war, als das Gewicht des Strumpfes, welcher dieselben hielt, betrug, und zwar in einer mit ihrer Oberfläche parallelen Richtung.

Wenn der eine Strumpf umgekehrt, und in den andern hinein gesteckt ward, so waren 20 Unzen dazu nöthig, wenn man sie von einander bringen wollte; da es doch nur, wenn sie auswendig an einander gelegt wurden, 10 Unzen bedurfte.

Als er die ſchwarzen Strümpfe friſch gefärbt, und die weißen gewaſchen und über Schwefeldämpfen weiß gemacht, nahm, ſo mußte er, um ſie wieder von einander zu bringen, 3 Pfund und 3 Unzen gebrauchen. Er glaubte, daß der Schwefel bey dem Verſuche nichts beytrüge.

Die Wirkungen fand er weit beträchtlicher, als er dieſen Verſuch mit Strümpfen von weit dichterm Gewebe verſuchte. Wenn der weiße Strumpf in den ſchwarzen geſteckt ward, ſo daß die auswendige Seite des weißen dicht an der inwendigen des ſchwarzen lag, ſo zogen ſie 9 Pfund weniger einige Unzen in die Höhe, welches das Gewicht des Strumpfes 50 mal überſtieg. Ward die inwendige Seite von dem ſchwarzen Strumpfe nach auswendig gekehrt, und der Strumpf alsdann in den weißen geſteckt, ſo daß ihre rauhen Oberflächen an einander lagen, ſo hoben ſie 15 Pfund und etwas darüber, welches 92 mal mehr war, als das Gewicht des Strumpfes.

Als er die Fadenenden und die Spitzen der Seide, welche an der inwendigen Seite der Strümpfe zurückgeblieben waren, abgeſchnitten hatte, ward das Zuſammenhängen merklich vermindert. Das Zuſammenpreſſen derſelben zwiſchen ſeinen Händen trug zur Verſtärkung deſſelben ſehr viel bey.

Wenn der weiße und ſchwarze Strumpf an einander hiengen, und ein anderes weit ſtärker elektriſches Paar von einander geſondert und an das erſte gehalten ward, ſo hörte ihr Zuſammenhängen auf, und ein jeder Strumpf des zweyten Paares ergriff den Strumpf einer entgegengeſetzten Farbe, und führte ihn mit ſich hinweg. War die Elektricität beyder

Paa-

Paare von gleichem Grade, so ward das Zusammenhängen des ersten Paares nur wenig geschwächt, und das Zusammenhängen der ganzen Masse war im Verhältnisse nur gering.

Auch nahm Symmer wahr, daß weiße und schwarze Seide, als sie elektrisirt war, nicht nur unter einander zusammenhieng, sondern auch an Körpern mit breiten und sogar auch glatten Flächen festsaß, obgleich diese Körper nicht elektrisirt waren. Er entdeckte dieß durch Zufall, als er ohne weitere Absicht einen Strumpf von seiner Hand auszog, welcher an den papiernen Tapeten des Zimmers hangen blieb. Er wiederholte den Versuch, und fand, daß der Strumpf beynahe eine ganze Stunde lang hangen blieb.

Eben dieselben Versuche ließen sich auch mit den angestrichenen Brettern des Zimmers, imgleichen mit dem Spiegel anstellen, an deren glatten Flächen die weiße und schwarze Seide weit fester, als an einer der vorhergehenden, hangen blieb.

Einige diesen Versuchen des Herrn Symmer ähnliche Beobachtungen wurden vom Herrn Alexander Amadeus Vaudonia, einem Freunde des Beccaria, angestellt. Dieser trug bey sehr kaltem Wetter ein Biberhemd zwischen zwey andere Hemder. So oft er das oberste Hemd auszog, welches er jeden Tag that, fand er, daß dasselbe an dem Biberhemde fest anhieng, und bey der Absonderung elektrische Funken dazwischen zum Vorschein kamen. So oft er das Biberhemd auszog, saß dasselbe an dem untern Hemde noch fester, und wenn es in einer ziemlichen Entfernung davon gehalten ward,

fuhr es mit Gewalt nach demſelben hin. Das Anziehen geſchah einigemal nach einander, ward aber nach und nach immer ſchwächer, bis es endlich ganz und gar aufhörte. Als Beccaria von dieſem Verſuche Nachricht erhalten hatte, wiederholte er ihn mit einiger Veränderung, und fand, daß er an ihm ſelbſt gelang [p]).

Das Zuſammenhangen der beyden Strümpfe veranlaßte Herrn Symmer, die Stärke des elektriſchen Zuſammenhanges an elektriſirten Glasſcheiben zu verſuchen. In dieſer Abſicht nahm er zwey gemeine Fenſterſcheiben, und zwar die dünnſten und glatteſten, die er nur finden konnte, überzog die eine Seite derſelben mit Zinnfolie, und ließ einen Raum nahe an den Rändern unbezogen. Hierauf legte er die unüberzogenen Seiten an einander, ladete ſie beyde wie eine einzige Scheibe, und fand ſeiner Erwartung gemäß, daß ſie ziemlich ſtark zuſammenhiengen; er beſaß aber kein Werkzeug, die Stärke davon zu meſſen. Er kehrte alsdann die Scheiben um, das oberſte nach unten, und fand, daß ſie bey derſelben Operation, bey welcher ſie zuvor geladen worden waren, jetzt ungeladen blieben, auf eine mit der Leydenſchen Flaſche ähnliche Art.

Als er zwey Glasſcheiben, deren jede auf beyden Seiten belegt war, über einander legte, fand er, daß ſie beyde geladen waren, und kein Zuſammenhang zwiſchen ihnen ſtatt fand.

Beccaria verfolgte die zuletzt erwähnten Verſuche des Herrn Symmer, wie auch eines andern zu Peking angeſtellten. Nachdem er eine Glastafel belegt

p) Dell' elettriciſmo artificiale e naturale. p. 197.

belegt und geladen hatte, brachte er die Belegung von der negativen Seite hinweg, und legte eine andere belegte und ungeladene Glastafel dicht darauf. Nachher brachte er eine Belegung auf das ungeladene Glas, und machte eine Verbindung zwischen den Belegungen. Es erfolgte darauf ein Knall und Zusammenhangen der Tafeln.

Wenn er die Tafeln vor der Explosion, nachdem sie eine Zeitlang mit einander verbunden gewesen wären, von einander brachte, so war die geladene Tafel auf beyden Seiten positiv, und die ungeladene auf beyden Seiten negativ elektrisch. Brachte er sie hingegen nach der Explosion von einander, so war die geladene Tafel auf beyden Seiten negativ, und die ungeladene auf beyden Seiten positiv elektrisch.

Als er sie nach der Explosion abwechselnd von und an einander brachte, und ein rund geschnittenes Stückchen Papier unter die ungeladene Tafel legte, so bemerkte er, daß dasselbe bey jeder Absonderung daran hangen blieb, und bey jeder Wiedervereinigung wieder abgerissen ward. Dieses konnte er sogar 500 mal nach einander wiederholen, ohne die Tafel mehr als einmal laden zu dürfen. Dieses war der Versuch, welcher, wie er meldet, von einigen Jesuiten zu Peking im Jahr 1755 angestellt, und wovon die an die kaiserl. Akademie der Wissensch. zu Petersburg eingesandte Nachricht dem 8ten Bande ihrer Zeitschriften p. 276. einverleibt ward.

Wenn bey diesen Versuchen die geladene Tafel umgekehrt, und die positiv elektrische Seite auf die ungeladene Tafel gelegt ward, so waren sämmtliche Wirkungen gerade das Gegentheil von den erstern.

Wenn auch die Tafel noch ſo oft umgekehrt wurde, ſo brachte ſie, nachdem ſie eine Zeitlang mit dem ungeladenen Glaſe zuſammen gelegen hatte, doch immer eine Veränderung in der Elektricität hervor. Im Finſtern kam bey jedesmaliger Trennung dieſer Tafeln ein Licht zum Vorſchein.

Nachdem er beyde Tafeln ſo auf einander gelegt, als wenn es nur eine geweſen wäre, und die auswendigen Seiten derſelben belegt hatte, ſo ladete er ſie beyde mit einander, und konnte in der Entfernung von ohngefähr 4 Fuß ſechs von den gefärbten Ringen, welche Newton in ſeiner Optik beſchreibt, ſämmtlich einander parallel, unterſcheiden. An den Ecken der Belegungen breiteten ſich die Ringe mehr aus; da, wo die Belegungen das Glas nicht ganz berührten, waren die Ringe einwärts gebogen, und wo der Ueberzug ſehr dicht anſchloß, zogen ſie ſich weiter von demſelben zurück. Beym Entladen dieſer zwey Tafeln verſchwanden die gefärbten Ringe, und zugleich hörte auch der hiebey bemerkte elektriſche Zuſammenhang auf.

Wenn dieſe Tafeln vor der Exploſion getrennt wurden, ſo war diejenige, welche die poſitive Elektricität erhalten hatte, auf beyden Seiten poſitiv, und die andere auf beyden Seiten negativ elektriſch. Wurden ſie nach der Exploſion getrennt, ſo erlitt jede eine gerade entgegengeſetzte Veränderung. Als dieſe Tafeln umgekehrt wurden, zeigte ſich, daß die dünnere eine ſtärkere Elektricität beſaß.

Nachdem er die beyden Tafeln, jede beſonders, geladen, und zwey von den Belegungen weggenommen hatte, ſo daß die beyden poſitiven oder die beyden

den negativen Seiten auf einander zu liegen kamen, so war weder ein Zusammenhangen, noch eine Explosion zu bemerken. Kamen aber eine positive und eine negative Seite zusammen, so hiengen sie an einander, und als auswendig eine Verbindung gemacht ward, erfolgte eine Explosion, welche das Zusammenhangen verstärkte. Als er die oben erwähnten Versuche mit den Tafeln anstellte, wirkten sie gerade eben so, wie die beyden, welche geladen worden waren.

Symmer beschließt seinen Bericht von diesen Versuchen mit der Erklärung, daß es zwey elektrische Flüssigkeiten, oder zwey Ausströmungen verschiedener Kräfte, welche wesentlich von einander unterschieden sind, gebe; daß die Elektricität nicht in dem Zu- und Ausflusse dieser Flüssigkeiten, sondern in der Anhäufung der einen oder der andern derselben in elektrischen Körpern bestehe; und endlich, daß, nachdem die eine oder die andere Kraft die Oberhand hat, der Körper entweder auf die eine oder andere Art elektrisch werde. Auch findet man, sagt er, bey genau angestellter Betrachtung nicht, daß dieser Grundsatz von zwey verschiedenen elektrischen Kräften mit dem allgemeinen System der Natur nicht übereinstimmte. Es ist einer der Grundsätze in der Natur, daß Wirkung und Gegenwirkung von einander unzertrennlich und einander gleich sind; und wenn wir rings umher schauen, so finden wir, daß jede Kraft, welche sich in der materiellen Welt äußert, eine gegenarbeitende Kraft antrifft, welche deren Wirkungen einschränkt und einrichtet, wie es den weisen Absichten der Vorsehung entspricht.

Symmer führt auch zum Beweise seiner zwey verschiedenen Kräfte der Elektricität den von Frank-

lin oben erwähnten Verſuch an, da ein Buch Papier von einem elektriſchen Schlage durchbohrt worden. Er glaubte, daß der Wulſt, welcher ſich auf beyden Seiten des Papiers erhoben hatte, von den zweyerley Flüſſigkeiten, welche nach zwey verſchiedenen Richtungen gegangen waren, hervorgebracht worden ſey. Um die Art, wie dieſer Schlag erfolgt ſey, noch deutlicher zu zeigen, gedenkt er zweyer anderer ähnlicher Verſuche, wobey die Umſtände des Schlages ein wenig verändert waren.

Auf einem Stücke holländiſch Goldpapier, welches in einem bey dem vorigen Verſuche gebrauchten Buche Papier zufälliger Weiſe zwiſchen zwey Blättern liegen geblieben war, zeigte ſich der Eindruck von zwey Schlägen, ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll von einander; die Vergoldung war abgegangen, und das Papier eine kleine Zeitlang an beyden Stellen liegen geblieben. Mitten auf der einen Stelle fand ſich ein kleines rundes Loch, auf der andern hingegen bloß ein Einſchnitt oder ein Eindruck, als wenn er mit der Spitze eines Pfriems gemacht worden wäre.

Dieſe Wahrnehmungen theilte Symmer dem Herrn Franklin mit, welcher bey Anſtellung eines anderweitigen Verſuchs, zur Verfolgung des oben erwähnten, ſeinen Apparat gern dazu lieh, ob er gleich eine andere Theorie, als die des Herrn Symmer, einzuführen ſuchte.

Herr Symmer legte in die Mitte eines Buchs von der Dicke eines Buchs Papier, ein Stückchen Zinnfolie, und in ein anderes von gleicher Dicke zwey Stückchen eben dergleichen Folie, und zwar ſo, daß die beyden mittelſten Blätter des Buchs dazwiſchen

lagen.

lagen. Als er hierauf den Schlag durch die zwey verschiedenen Bücher hindurch fahren ließ, waren die Wirkungen seinen Erwartungen gemäß. In dem ersten waren die Blätter an jeder Seite der Folie durchbort, da unterdessen die Folie selbst ganz geblieben war; zugleich aber konnte er einen Eindruck wahrnehmen, welcher auf jeder Fläche, in einer kleinen Entfernung von einander, gemacht war. Dergleichen Eindrücke waren auf dem Papiere noch sichtbarer, und man konnte ihnen auf ihren verschiedenen Richtungen nachgehen. In dem zweyten waren alle Blätter des Buchs durchbort, die beyden zwischen den Stücken Folie gelegenen ausgenommen; und an diesen beyden zeigten sich anstatt der Löcher die zwey Eindrücke nach der entgegengesetzten Richtung.

Nachher bediente sich Symmer einer ihm eigenen elektrischen Geräthschaft, welche nach Franklin's Apparat eingerichtet war, womit er die vorerwähnten Versuche oftmals wiederholte. Der Erfolg aller dieser Versuche ist in folgenden Beobachtungen enthalten.

1. Wenn ein Buch Papier, zwischen dessen Blättern nichts befindlich ist, von einem elektrischen Schlage durchbort wird, so nehmen die beyden verschiedenen Kräfte einerley Weg, und machen bey ihrer Durchfahrt durch das Papier nur ein Loch; nicht als wenn die Kraft von oben, oder die von unten, bisweilen in das Papier an zwey oder mehr verschiedenen Orten hineinführe und eben so viel Löcher machte, welche unterdessen insgesammt sich vereinigen, ehe sie durch das Papier hindurch gehen. Sie scheinen mit einander um die Mitte des Buchs Papier herum zu gehen, denn daselbst sind die Ränder am

ſichtbarſten verſchiedentlich gebogen; da hingegen an den Blättern nahe an der auswendigen Seite des Buchs die Löcher weit öfter das Anſehen haben, als wenn eine Kraft ihren Ausgang genommen und ſich in der Luft entladen hätte, als daß eine in das Papier hineingefahren wäre.

2. Wenn man eine gewiſſe dünne metalliſche Subſtanz, z. B. Goldblatt, Zinnfolie, zwiſchen die Blätter des Buchs Papier legt, und durch alles mit einander einen Schlag leitet; ſo weichen alsdann die gegen einander arbeitenden Kräfte von dem geraden Wege ab, verlaſſen die Richtung, welche ſie gemeinſchaftlich durch das Papier hindurch genommen haben würden, gehen bloß in verſchiedenen Linien nach dem metalliſchen Körper zu, und treffen ihn in zwey verſchiedenen Punkten, welche ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll, mehr oder weniger, von einander entfernt ſind. Die Entfernung pflegt alsdann am geringſten zu ſeyn, wenn die Kraft am ſtärkſten iſt; und es mögen die Kräfte entweder ganz durchbohren, oder bloß Eindrücke darauf hervorbringen, ſo laſſen ſie in beyden Fällen augenſcheinliche Merkmale einer Bewegung von zwey verſchiedenen Gegenden her, oder nach zwey entgegenſtehenden Richtungen zurück. Eben dieſe Abweichung von einem gemeinſchaftlichen Wege, und die daraus erfolgende Trennung von den Directionslinien giebt, wie er behauptet, einen Beweis von der Aeußerung zweyer verſchiedener und entgegengeſetzter Kräfte ab.

3. Wenn zwey Stückchen Zinnfolie in die Mitte des Buchs Papier gelegt wurden, und zwar ſo, daß zwey oder mehrere Blätter dazwiſchen lagen, ſo ſtießen, wenn die Elektricität mittelmäßig ſtark war, die entgegengeſetzten Kräfte bloß gegen die Stückchen

Folie,

Folie, und ließen ihren Eindruck daselbst zurück. War sie stärker, so ward gemeiniglich das eine Stückchen durchbohrt, selten aber beyde. Aus demjenigen, was er in beyden Fällen bemerkt hatte, sagt er, sollte es fast scheinen, als wenn die Kraft, welche aus der auswendigen Seite der Phiole herauskam, von weit stärkerer Wirkung gewesen wäre, als diejenige, welche von inwendig kam; denn das untere Stückchen Folie war fast allemal durchbohrt. Es rührt aber dieses, fügt er hinzu, von dem größern Raume her, welchen die Kraft von inwendig hindurch zu gehen hat, ehe sie das Papier trifft.

In eben dem Aufsatze führt Symmer noch einen Versuch an, um seine Lehrmeynung von zweyen entgegengesetzten Elektricitäten zu beweisen, welcher aber in der That zweydeutig ist.

Wenn eine Phiole, sagt er, nur wenig elektrisirt ist, und man den Ueberzug derselben mit einem Finger der einen Hand berührt, und zugleich einen Finger der andern Hand an den Drath bringt, so bekommt man auf die Spitze eines jeden Fingers einen ziemlich schmerzhaften Schlag, dessen Empfindung jedoch nicht weiter geht. Ist die Phiole etwas stärker elektrisirt, so fühlt man auch einen stärkern Schlag, welcher sich bis an die Handwurzeln, aber nicht weiter, erstreckt. Wird sie wiederum noch einen Grad höher elektrisirt, so bekommt man einen noch heftigern Schlag, den man aber nicht weiter, als bis an die Ellenbogen fühlt. Wird endlich die Phiole recht stark geladen, so empfindet man den Schlag in den Handwurzeln und Ellenbogen; die Haupterschütterung aber fühlt man in der Brust, als ob ein Schlag von jeder Seite daselbst zusammenträ-

ſe. Dieſes klare und einfache Experiment, ſagt Symmer, ſcheint ganz deutlich auf das Daſeyn zweyer verſchiedenen Kräfte, welche nach entgegengeſetzten Richtungen wirken, hinzuweiſen; und ich glaube, fügt er hinzu, daß es von jemanden, der das Experiment in der Abſicht verſuchte, um die Frage nach ſeinen eigenen Empfindungen zu entſcheiden, für einen hinlänglichen Beweis gehalten werden dürfte.

Dagegen bemerkt aber Prieſtley, wenn die Folge, welche Symmer aus dieſem Verſuche zieht, gegründet wäre, ſo müßten in einem großen Umkreiſe vieler mit einander verbundener Perſonen bloß diejenigen, welche auf dieſer oder jener Seite nahe an der Phiole ſtehen, eine geringe Erſchütterung fühlen; es müßten einige Perſonen an jedem Ende des Umkreiſes einen etwas ſtärkern Schlag empfinden; es müßte ein ſehr heftiger Schlag ſeyn, welcher die in der Mitte ſtehende Perſon ganz und gar treffen könnte; und es müßte alsdann am wenigſten jemand von der Geſellſchaft dadurch gerührt werden. Alles dieß ſey aber den Erfahrungen gerade entgegen.

Inzwiſchen wurde doch Symmers Theorie von verſchiedenen Elektriſirern mit Beyfall aufgenommen, und der Lehrmeynung des Herrn Franklin vorgezogen. Ueberhaupt hat Symmers Meynung bis auf den heutigen Tag ſehr große Vertheidiger gefunden, und es iſt daher nöthig, ſeine Theorie etwas umſtändlich zu erzählen, welches weiter unten geſchehen ſoll.

Die Verſuche des Herrn Symmer machten die Aufmerkſamkeit des Herrn Cigna q) zu Turin rege,

q) Miſcellanea ſocietatis Taurinenſ. 1765. p. 31.

trge, und leiteten ihn auf eine Reihe von Versuchen, welche die Lehre von den beyden Elektricitäten sowohl, als auch der Leydner Flasche, in ein noch helleres Licht setzten.

Er nahm zwey weiße seidene Bänder, welche am Feuer recht trocken gemacht waren, breitete sie über eine glatte Fläche, es mochte dieselbe ein Leiter oder Nichtleiter seyn, aus, zog den scharfen Rand eines elfenbeinernen Lineals über sie hinweg, und fand, daß beyde Bänder so viel Elektricität erhalten hatten, daß sie an der Fläche fest anhiengen, wiewohl sie, so lange sie auf der Fläche liegen blieben, weiter kein anderes Merkmal äußerten. Als sie beyde mit einander von der Fläche abgenommen wurden, zogen sie einander an, indem das obere die harzige und zugleich stärkere, und das untere die glasartige und zugleich schwächere Elektricität angenommen hatte. Ward ein jedes besonders abgenommen, so stießen sie einander zurück, indem sie beyde die harzige Elektricität erhalten hatten.

Bey dieser Trennung beyder Bänder von der Fläche, und auch bey ihrer nachherigen Absonderung von einander wurden Funken zwischen denselben sichtbar; hatte man sie aber wieder auf die Fläche gelegt, oder an einander gebracht, so kam bey ihrer zweyten Trennung kein Licht zum Vorschein, wofern sie nicht abermals mit dem Lineale überstrichen wurden. Wenn jedes Band besonders abgenommen, und dadurch verursacht ward, daß sie einander zurückstießen, und sie nachher abermals auf die Fläche gelegt und mit einander abgenommen wurden, so zogen sie einander nicht an. Und wenn dadurch, daß sie mit einander abgenommen wurden, zuerst verursacht worden war, daß sie einander anzogen, und man sie

zum andern male über der Fläche ausbreitete und alsdann jedes beſonders hinwegnahm, ſo ſtießen ſie, ohne vorhergegangenes neues Reiben, einander nicht zurück.

Wenn die Bänder auf vorerwähnte Art dieſelbe Elektricität erhalten hatten, und man ſie nicht auf den glatten Körper, worüber man ſie gerieben hatte, ſondern auf einen rauhen, und zugleich einen Leiter, z. B. Hanf oder Baumwolle, welche nicht recht trocken waren, legte, ſo äußerten ſie bey ihrer Trennung entgegengeſetzte Elektricitäten, welche wieder verſchwanden, wenn ſie wieder wie vorher an einander gebracht wurden.

Waren ſie ſo eingerichtet worden, daß ſie einander zurückſtießen, und wurden ſie nachher auf der rauhen Fläche über einander gelegt, ſo zogen ſie innerhalb wenigen Minuten einander an, wobey an dem unterſten der beyden Bänder die harzige Elektricität in eine glasartige Elektricität verwandelt worden war.

Wurden die beyden weißen Bänder auf der rauhen Oberfläche gerieben, ſo bekamen ſie allemal entgegengeſetzte Elektricitäten, und das obere Band hatte die harzige und das untere die glasartige Elektricität, auf was für Art man auch dieſelben herunter nehmen mochte.

Eben daſſelbe, was bey einer rauhen Oberfläche erfolgte, ward auch bey einem ſpitzigen Leiter bemerkt. Wurden z. B. zwey Bänder dergeſtalt eingerichtet, daß ſie einander zurückſtießen und mit einander parallel hiengen, und zog man die Spitze einer Nadel dem einen derſelben ſeiner ganzen Länge nach entgegen, ſo fuhren ſie ſofort mit Gewalt auf einander zu, wobey die Elektricität desjenigen Bandes, woran die

Nadel

Nadel gebracht war, in die entgegengesetzte verwandelt wurde.

Auf eben die Art, wie die Elektricität des einen Bandes verwandelt ward, bekam auch ein unelektrisirtes Band Elektricität, wenn man dasselbe nämlich auf eine rauhe Oberfläche, und ein elektrisirtes Band darüber legte; oder wenn man es mit einem elektrisirten Bande parallel hielt und einen spitzigen Leiter daran brachte.

Er legte ein nicht gänzlich trockenes Band unter ein anderes, welches beym Feuer wohl getrocknet war, auf eine glatte Fläche, und fand, nachdem er dasselbe mit seinem Lineale auf die gewöhnliche Art gerieben hatte, daß, auf welche Art man auch dieselben von der Fläche hinwegnehmen mochte, das obere Band die harzige, und das untere die glasartige Elektricität bekommen hatte.

Waren beyde Bänder schwarz, so giengen alle vorerwähnten Versuche eben so gut, wie bey den weißen, von statten.

Gebrauchte er anstatt eines Lineals irgend eine Haut oder ein Stück Glas, so war der Erfolg derselbe; gebrauchte er aber eine Stange Schwefel, so waren die Elektricitäten allemal gerade das Gegentheil von den vorigen, und das Band, welches gerieben worden war, hatte jederzeit die glasartige Elektricität erhalten.

Bediente er sich entweder Gold- oder gewöhnlichen Papiers, so war der Erfolg ungewiß. Waren die Bänder in Gold- oder in gemeinem Papier eingewickelt, und wurde das auf die vorerwähnte Flä-

che

che gelegte Papier gerieben, so bekamen beyde Bänder die harzige Elektricität.

War das eine Band schwarz, und das andere weiß, so bemerkte man, daß, welches von beyden auch oben liegen und auf was für Art das Reiben vorgenommen werden mochte, das schwarze gemeiniglich die harzige, und das weiße die glasartige Elektricität bekommen hatte.

Nichts desto weniger fand er beständig folgenden Erfolg. So oft das Gewebe des obern Stücks Seide locker, nachgebend und netzförmig war, wie das Gewebe eines Strumpfs, so daß es sich hin und her ziehen ließ, und wenn dasselbe gegen das untere gerieben ward und das Reibzeug von der Beschaffenheit war, daß es dem Glase nur wenig Elektricität mittheilte; so hieng die Elektricität, welche das obere Stück Seide bekam, nicht von dem Reibzeuge, sondern von dem Körper ab, worauf es gelegen hatte; in welchem Falle die Elektricität des schwarzen allemal harzig, und die des weißen glasartig war. War hingegen die Seide von einem dichten Gewebe, hart und steif, und das Reibzeug von der Beschaffenheit, daß das Glas dadurch einen starken Grad der Elektricität erhielt, so hieng die Elektricität des obern Stücks nicht von dem untern, sondern von dem Reibzeuge ab. Wenn daher ein weißer seidener Strumpf mit Goldpapier auf Glas gerieben war, so bekam er eine harzige, und das Glas eine glasartige Elektricität; ward hingegen ein Stück Seide von einem festern Gewebe auf die Glastafel gelegt, so bekam es, wenn es mit Schwefel gerieben ward, allemal, und wenn es mit Goldpapier gerieben ward, meistentheils die glasartige, und das Glas die harzige

zige Elektricität, so daß die Seide, welche gerieben ward, bisweilen von dem Reibzeuge, und bisweilen von der darunter gelegten Substanz eine Elektricität bekam, nach dem dieselbe von dem einen oder von dem andern stärker gerieben worden war, oder nach dem Verhältnisse, als das eine oder die andere geschickter war, dem Glase Elektricität zu ertheilen.

Eine andere Reihe von Versuchen des Hrn. Cigna erläutert das vom Herrn Symmer beobachtete Ankleben elektrischer Strümpfe an Körpern mit glatten Oberflächen. Er stellte eine Bleyplatte auf elektrische Körper, brachte ein elektrisirtes Band daran, und bemerkte, daß dasselbe sehr schwach angezogen ward. Als er seinen Finger an das Bley brachte, fuhr ein Funke heraus, worauf er das Band sehr lebhaft anzog, und beyde mit einander nicht die geringsten Merkmale von Elektricität äußerten. Bey der Absonderung des Bandes erschienen sie beyderseits wieder elektrisirt, und es kam zwischen der Platte und dem Finger ein Funken zum Vorschein.

Als er zwey Glastafeln auf einen mit dem Fußboden verbundenen glatten Leiter legte, und dieselben auf gleiche Art rieb, wie die Bänder gerieben worden waren, so wurden sie ebenfalls elektrisch, und hiengen sowohl an einander als auch an dem Leiter fest. Bediente man sich einer dünnen Bleyplatte, so blieb sie bey dem Anziehen schwebend. Waren sie bey einander, so äußerten sie weiter kein Zeichen von Elektricität.

Wurden die beyden Glastafeln von dem Leiter getrennt, aber beysammen gehalten, so äußerten sie an beyden Seiten eine glasartige Elektricität; und der

Leiter, wenn er iſolirt worden war, hatte eine harzige Elektricität angenommen.

Die beyden Glastafeln ſelbſt beſaßen, als ſie getrennt wurden, beyde Arten von Elektricität; und zwar die obere die glasartige und ſtärkere, und die untere die harzige und ſchwächere.

Von einem rauhen Leiter, ſie mochten entweder anfänglich darauf gerieben, oder aber daran gebracht worden ſeyn, nachdem ſie auf einem glatten gerieben worden waren, bekamen ſie kaum einige Elektricität, wiewohl ſie ſich, als ſie von einander geſondert wurden, eben ſo, wie vorher, verhielten.

Hieraus ſucht er zu erklären, warum eine Kugel oder Röhre, aus welcher die Luft herausgepumpt oder welche inwendig mit leitenden Subſtanzen überzogen iſt, ſich durch Reiben nicht elektriſch machen läßt. In dieſem Falle, ſagt er, wird der glasartigen Elektricität auf der äußern Oberfläche des Glaſes durch die harzige in dem inwendigen Ueberzuge, oder in dem anſtatt eines Ueberzuges dienenden luftleeren Raume das Gleichgewicht gehalten; und daher hat es damit eben die Bewandtniß, wie mit den Glastafeln, während daß dieſelben auf vorgedachtem Leiter liegen. Wird aber der inwendige Ueberzug hinweg genommen, ſo zeigt ſich die Elektricität auf der auswendigen Seite, ohne daß ein abermaliges Reiben vorgenommen werden dürfte, als wenn die Tafeln von dem Leiter weggenommen waren.

Wenn er eine Anzahl Bänder von einerley Farbe auf den glatten Leiter legte, und ſein Lineal darüber hinweg zog, ſo fand er, daß, wenn er ſie, eins nach dem andern, hinwegnahm, ſie insgeſammt

an demjenigen Orte, wo sie getrennt wurden, Funken von sich gaben, so wie das letzte Band auf der glatten Tafel, und daß sie insgesammt die harzige Elektricität bekommen hatten.

Wurden sie alle zusammen von der Tafel hinweggenommen, so hiengen sie wie eine einzige Masse zusammen, welche auf beyden Seiten die harzige Elektricität äußerte. Wurden sie in derselben Ordnung auf den rauhen Leiter gelegt, und insgesammt einzeln hinweggenommen, und zwar so, daß bey dem untersten angefangen ward, so kamen, wie vorher, Funken zum Vorschein; es hatten aber sämmtliche Bänder die glasartige Elektricität bekommen das oberste ausgenommen, welches die harzige Elektricität, die es durch das Reiben erhalten hatte, behielt.

Wurden sie auf dem rauhen Leiter gerieben, und alle mit einem male hinweggenommen, so bekamen alle dazwischen befindliche Bänder die Elektricität entweder des obersten oder des untersten Bandes, nachdem man mit der Hinwegnehmung entweder bey dem höchsten oder bey dem niedrigsten den Anfang gemacht hatte.

Wurden zwey Bänder zugleich von dem Bündel abgenommen, so klebten sie zusammen, und äußerten in diesem Zustande kein Merkmal der Elektricität, das doch bey einem allein geschehen seyn würde. Wenn sie von einander gesondert wurden, und die verschiedenen Elektricitäten frey waren, so zeigte sich, daß die Elektricität in dem äußersten saß, und von derjenigen, vermöge welcher sie an dem Bündel fest gesessen hatten, das Gegentheil, aber weit schwächer war.

Er legte eine Anzahl Bänder auf eine metallene Platte, welche von der Kugel elektriſch ward, indem er einen ſpitzigen Körper an die andere Seite der Bänder hielt. Der Erfolg davon war, daß alle Bänder entweder die der Platte entgegengeſetzte, oder dieſelbe Elektricität erhielten, nachdem ſie abgenommen waren; das entfernteſte ausgenommen, welches allemal eine der Elektricität der Platte entgegengeſetzte Elektricität behielt.

Aus dieſen Verſuchen folgert er, daß, da die Elektricität von dem äußerſten Bande nach den unter demſelben befindlichen, oder von der untern Platte nach den zunächſt darüber befindlichen, wenn ſie von einander gebracht werden, fortgepflanzt wird, alsdann, wenn der Ueberzug von einer geladenen Glasſcheibe herab genommen wird, derſelbe gleichfalls ſeine Elektricität auf die Oberfläche des Glaſes abſetze, indem die Erſcheinungen bey beyden einerley ſind. Denn wenn er metallene Ueberzüge auf die Seite einer Glastafel ohne Kitt brachte, ſo ſaßen dieſe an dem Glaſe, wenn es geladen war, feſt an, und bey ihrer Abſonderung davon kam, ſo wie bey den Bändern, ein Licht zum Vorſchein.

Wenn er eine Anzahl Bänder auf gleiche Art überzog, und alsdann ladete, ſo ſaßen die Ueberzüge feſt an den Bändern an; er war aber nicht im Stande, ein einziges derſelben abzuſondern, ſondern wegen des lockern Gewebes der Seide fuhr ein Funke nach dem entgegenſtehenden Ueberzuge, welcher ſofort herabfiel, indem das Ganze alsdann entladen war.

Er glaubte aber, daß die Ueberzüge nicht alle ihre Elektricität auf der Platte abſetzten, wenn ſie davon

davon abgenommen wurden; denn ungeachtet alsdann die Elektricitäten der beyden Seiten einander immer noch das Gleichgewicht hielten, so bemerkte er doch, wenn die Oberfläche des Glases oder der Bänder ihre Elektricität vom Reiben, und die andere bloß von dem entgegenstehenden Ueberzuge bekam, daß die Elektricitäten, welche einander das Gleichgewicht hielten, so lange sich der Ueberzug darauf befand, alsdann, wenn derselbe hinweg war, einander nicht ferner das Gleichgewicht halten wollten, sondern daß alsdann die Elektricität auf derjenigen Oberfläche, welche gerieben war, das Uebergewicht hatte, weil der leitende Ueberzug bey seiner Absonderung einen Theil seiner Elektricität mit sich zugleich hinweggenommen hatte.

Zur Bestätigung des Gesagten führt er noch einen andern Versuch an. Er ladete eine auf der einen Seite belegte Glastafel, während die andere die Elektricität vermittelst eines spitzigen Leiters von der Maschine bekam. Er kehrte auch die Scheibe um, und machte, daß die überzogene Seite mit dem ersten Leiter verbunden war, da indessen ein spitziges Stück Metall an die entgegengesetzte Seite gehalten ward, und fand in beyden Fällen, daß, so lange der Ueberzug darauf blieb, die beyden Elektricitäten einander das Gleichgewicht hielten; daß hingegen, als der Ueberzug herunter gerissen ward, die Elektricität der abgewandten Seite das Uebergewicht hatte, so daß sie an beyden Seiten der Scheibe sichtbar war.

Die wichtigsten Entdeckungen und Bemerkungen, welche in diesem Zeitraume gemacht worden sind, betreffen solche Körper, welche in elektrische Atmosphären versenkt worden sind. Die ersten hieher gehöri-

gen Versuche stellte Canton an, Franklin setzte sie fort; endlich aber brachten die Herren Wilke und Aepinus die Entdeckung zur Vollkommenheit. Diesen beyden letztern nämlich glückte es, zu beweisen, daß die in elektrische Atmosphären gebrachten Körper allemal eine Elektricität bekommen, welche der Elektricität desjenigen Körpers entgegengesetzt ist, in dessen Atmosphäre sie versenkt werden. Dieser Satz brachte sie auf die Methode, eine Tafel von Luft gleich einer Glastafel zu laden, und die Erscheinungen des Donners und Blitzes auf die vollkommenste Art nachzumachen.

Canton r) hieng Korkkugeln, und zwar ein Paar an Zwirnsfaden, und ein anderes Paar an Seide, auf. Alsdann hielt er die elektrisch gemachte Röhre in einer ziemlichen Entfernung von den Kugeln mit den Zwirnsfäden, und bemerkte, daß diese von einander fuhren, und, wenn er die Röhre wieder hinwegnahm, sich alsobald wieder an einander begaben; bey den an seidenen Fäden hangenden Kugeln hingegen mußte er die elektrisch gemachte Röhre weit näher bringen, ehe sie von einander fahren wollten, jedoch blieben sie, nachdem die Röhre hinweggenommen ward, noch eine Zeitlang von einander gesondert.

Da die Kugeln bey dem ersten dieser beyden Versuche nicht isolirt waren, so konnte man, wie Canton bemerkt, eigentlich nicht sagen, daß sie elektrisirt worden waren, sondern daß sie, wenn sie innerhalb der Atmosphäre der elektrisch gemachten Röhre hiengen, das rings umher befindliche elektrische Fluidum an sich zogen und verdichteten, und durch das Zurückstoßen der

r) Philos. Transact. Vol. XLVIII. P. I. p. 350.

der Theilchen desselben von einander gebracht wurden. Auch vermuthete er, daß die Kugeln zu dieser Zeit weniger als ihren gewöhnlichen Antheil von elektrischer Flüssigkeit enthalten, in Vergleichung mit der zurückstoßenden Kraft derjenigen, welche sie umgiebt, obgleich etwas davon beständig sich in die Fäden hinein begeben und durch sie hindurch gehen mag. Wofern sich dieses wirklich so verhält, so, sagt er, ist es klar, warum die an Seide hangenden Kugeln bey dem zweyten Versuche sich in einem dichtern Theil der Atmosphäre der Röhre befinden müssen, ehe sie einander zurückstoßen wollen. Er fügt hinzu, daß bey der Annäherung einer elektrisch gemachten Stange Lack an die Kugeln bey dem ersten Versuche anzunehmen sey, daß das elektrische Feuer durch die Fäden in die Kugeln komme, und daselbst bey seinem Durchgange nach dem Lack zu verdichtet werde; indem, nach Franklin, elektrisch gemachtes Glas das elektrische Fluidum von sich läßt, und elektrisch gemachtes Lack dasselbe in sich nimmt.

Als zwey Kugeln, welche vermittelst Zwirnsäden an eine isolirte blecherne Röhre aufgehängt waren, positiv elektrisch wurden, und von einander fuhren, bemerkte er, daß sie bey Annäherung der elektrisch gemachten Röhre sich näher an einander begaben; ward diese in einer gewissen Entfernung gehalten, so berührten sie einander; und ward sie noch näher gebracht, so fuhren sie wieder von einander.

Als die Röhre wieder daran gehalten ward, näherten sie sich einander, so lange bis sie einander berührten, und fuhren alsdann, wie zuerst, wieder aus einander. War die blecherne Röhre durch Lack oder durch den Drath einer geladenen Phiole elektrisch ge-

macht worden, ſo erlitten die Kugeln bey Annäherung des elektriſch gemachten Lacks oder des Draths der Phiole eine gleiche Veränderung. Waren die Korkkugeln durch Glas elektriſirt worden, ſo ward ihr Zurückſtoßen bey Annäherung einer elektriſch gemachten Stange Lack verſtärkt. Und die Wirkung war dieſelbe, wofern das elektriſch gemachte Glas dagegen gehalten ward, wenn ſie durch Lack elektriſirt worden waren.

Wenn das elektriſch gemachte Glas an das Ende oder die Spitze der blechernen Röhre in dem erſtern dieſer Verſuche gehalten wird, ſo wird dieſe nach Canton poſitiv, oder erhält noch einen Zuſatz, außer dem bereits vorher darin enthaltenen elektriſchen Feuer, und daher begiebt ſich etwas durch die Kugeln hinweg, und ſie ſtoßen einander zurück. Bey Annäherung des elektriſch gemachten Glaſes hingegen, welches ebenfalls das elektriſche Fluidum von ſich läßt, wird die Entladung deſſelben aus den Kugeln geſchwächt, oder es wird durch eine nach einer entgegengeſetzten Richtung wirkende Kraft ein Theil zurückgetrieben, und ſie begeben ſich an einander. Wird die Röhre in einer ſolchen Entfernung von den Kugeln gehalten, daß das Uebermaaß der Dichtigkeit der rings um dieſelben herum befindlichen elektriſchen Flüſſigkeit über die gewöhnliche Quantität in der Luft, dem Uebermaaße der Dichtigkeit der innerhalb denſelben befindlichen über der in dem Korke enthaltenen gewöhnlichen Quantität, gleich iſt; ſo wird ihr Zurückſtoßen ganz und gar aufgehoben. Wird hingegen die Röhre näher gebracht, ſo wird das Fluidum, ohne daß es dichter iſt als das innerhalb den Kugeln befindliche, von denſelben angezogen, und ſie begeben ſich wieder von einander.

Can-

Canton bemerkt ferner, daß, wenn der elektrische Apparat einen Theil seines natürlichen Vorraths dieser Flüssigkeit durch die Annäherung elektrisch gemachten Lacks an das eine Ende derselben verloren hat, oder negativ elektrisirt worden ist, das elektrische Fluidum von den Kugeln angezogen und eingesogen wird, um den Abgang zu ersetzen; und zwar noch weit reichlicher bey Annäherung elektrisch gemachten Glases, oder eines positiv elektrisirten Körpers, als zuvor; daher die Entfernung zwischen den Kugeln zunimmt, je mehr das Fluidum um dieselben vermehrt wird. Ueberhaupt wird das Zurückstoßen der Kugeln entweder stärker oder schwächer, wenn der Unterschied zwischen der Dichtigkeit der innern und äußern Flüssigkeit vermehrt oder vermindert wird.

Er beobachtete, daß, wenn die isolirte blecherne Röhre nicht elektrisirt war, und das elektrisch gemachte Glas gegen die Mitte derselben gehalten ward, die an dem Ende hangenden Kugeln einander zurückstießen, und zwar um so viel mehr, je näher die elektrische Röhre gebracht ward. Wurde sie einige Sekunden lang ohngefähr 6 Zoll weit gehalten, und nachher zurückgezogen, so näherten sich die Kugeln einander so lange, bis sie einander berührten, und da sie, so wie die Röhre weiter entfernt ward, wieder von einander fuhren, so stießen sie noch immerfort einander zurück, als die Röhre gänzlich hinweg war. Dieses letztere Zurückstoßen ward durch die Annäherung elektrisch gemachten Glases verstärkt, und durch die Annäherung elektrisch gemachten Lacks vermindert, eben so als wenn der Apparat auf die bey dem letztern Versuche beschriebene Art elektrisirt worden wäre.

Er iſolirte zwey blecherne Röhren A und B, und zwar ſo, daß ſie ſich in einer Linie mit einander und einen halben Zoll weit von einander befanden, und hieng an das entfernte Ende einer jeden ein Paar Korkkugeln. Als er hierauf die elektriſch gemachte Glasröhre gegen die Mitte von A brachte, und dieſelbe eine kurze Zeit in der Entfernung von wenigen Zollen hielt, ſo bemerkte er, daß jedes Paar Kugeln von einander fuhr. Als er die Röhre wieder zurückzog, kamen die Kugeln von A wieder an einander, und ſtießen ſodann einander wieder zurück; an den Kugeln von B hingegen war kaum einige Veränderung zu bemerken. Bey Annäherung elektriſch gemachten Glaſes ward die Repulſion der Kugeln von A ſtärker, und der Kugeln von B ſchwächer.

Bey dem erſten dieſer Verſuche ward, wie Canton behauptet, der gewöhnliche Vorrath elektriſcher Materie in der blechernen Röhre um die Mitte herum verdünnt, und durch die zurückſtoßende Kraft der Atmoſphäre der elektriſch gemachten Glasröhre, wenn ſie nahe daran gehalten ward, an den Enden verdichtet. Und vielleicht, ſagt er, mag auch wohl die blecherne Röhre etwas von ihrer natürlichen Quantität elektriſcher Flüſſigkeit verlieren, ehe ſie etwas von dem Glaſe annimmt, da dieſe Flüſſigkeit ſich weit leichter von den Enden oder Spitzen derſelben hinab, als nach der Mitte hin begiebt; und daher findet ſich auch, daß, wenn die Glasröhre hinweggezogen wird, und das Fluidum ſich wieder in dem Apparate überall gleich vertheilt befindet, dieſelbe negativ elektriſch geworden iſt, indem, wenn man elektriſch gemachtes Glas unter die Kugeln hält, ihr Zurückſtoßen ſtärker wird.

Bey

Bey dem letztern Versuche nimmt Canton an, daß ein Theil der elektrischen Flüssigkeit, welche aus der einen blechernen Röhre herausgetrieben worden, sich in die andere hineinbegebe, an welcher man bemerkt, daß sie durch die Verminderung der Repulsion ihrer Kugeln, bey Annäherung elektrisch gemachten Glases, positiv elektrisirt sey.

Man sieht wohl, daß Canton der gemeinen Meynung zugethan war, daß sich nämlich die Elektricität eines elektrisirten Körpers um den Körper herum in der Gestalt einer Atmosphäre aufhalte. Selbst Franklin, welcher Cantons Versuche weiter fortsetzte, behielt die gemeine Meynung von den elektrischen Atmosphären bey, und glaubte, daß sich die Erscheinungen weit leichter erklären ließen, wenn man annähme, daß diese Atmosphären, wenn sie nahe an einander gebracht werden, sich nicht leicht vermischen und in eine einzige Atmosphäre vereinigen, sondern von einander gesondert bleiben und einander zurückstoßen; und außerdem, daß eine elektrische Atmosphäre nicht nur eine andere elektrische Atmosphäre, sondern auch das in der Substanz eines derselben nahe gebrachten Körpers enthaltene elektrische Fluidum zurückstoße, und, ohne sich mit demselben zu vereinigen oder zu vermischen, es in die andern Theile des dasselbe enthaltenden Körpers hinein treibe.

Franklin s) befestigte ein Bündel von 15 bis 20 seidenen Fäden, deren jeder 3 Zoll lang war, an das eine Ende seines ersten Leiters, welcher 5 Fuß Länge und 4 Zoll im Durchmesser hatte und auf seidenen Schnüren ruhete. Die Fäden waren etwas feucht, aber nicht naß. Als bey diesen Umständen eine

s) Philos. Transf. Vol. XLIX. P. I. p. 300.

eine elektriſch gemachte Röhre dem den Fäden gegenüber befindlichen Ende des erſten Leiters nahe gebracht ward, ſo daß einige Funken hervorgebracht wurden, fuhren die Fäden aus einander, indem dadurch jeder Faden ſeine elektriſche Atmoſphäre erhalten hatte.

Als in dieſem Zuſtande die elektriſche Röhre nahe gebracht ward, jedoch ohne Funken herauszulocken, ſo fuhren die Fäden noch mehr aus einander; als ſie aber zurückgezogen ward, ſo ſchloſſen ſie ſich eben ſo dicht wieder an einander, indem die Atmoſphäre des Leiters durch die Atmoſphäre der Röhre in die Fäden hineingetrieben worden war, und beym Hinwegziehen der Röhre wieder zurück kehrte, wobey alsdann nicht das geringſte von ihrer Atmoſphäre zurück geblieben war.

Ward die elektriſche Röhre unter die aus einander fahrenden Fäden gehalten, ſo begaben ſie ſich ein wenig an einander, indem ein Theil ihrer Atmoſphären in den Leiter hinein getrieben worden war. Als ſie wieder zurückgezogen ward, fuhren ſie eben ſo weit von einander, indem derjenige Theil ihrer Atmoſphären, welchen ſie eingebüßt hatten, von dem Leiter wieder zurück kehrte, und die Röhre nicht das geringſte von ihrer eigenen hinter ſich gelaſſen hatte.

Wenn die elektriſche Röhre 5 oder 6 Zoll weit von dem den Fäden entgegengeſetzten Ende des Leiters gehalten ward, ſo ſonderten ſie ſich von einander, und als man ſie wieder zurücknahm, begaben ſie ſich abermals an einander; ward aber alsdann, da ſie ſich einander zurückſtießen, ein Funken aus dem Leiter nicht weit von denſelben hervorgelockt, ſo ſchloſſen ſie ſich wieder an einander, und beym Zurückzie-

hen

hen der Röhre stießen sie sich ab. In beyden Fällen ließ die Röhre nicht das geringste von ihrer Atmosphäre hinter sich. Sie trieb bloß die natürliche Quantität der in dem Leiter vorhandenen Elektricität nach den Fäden; und als ein Theil derselben durch den herausgelockten Funken hinweggegangen war, ließ die Röhre den Leiter und die Fäden negativ, in welchem Falle dieselben einander zurück stießen, als wenn sie positiv elektrisirt worden wären.

Wenn in dieser Verfassung die elektrische Röhre dem Leiter nahe gebracht ward, so begaben sie sich wieder an einander, indem die Atmosphäre der Röhre die Atmosphäre des Leiters in die Fäden hinein trieb, um die Stelle der verloren gegangenen wieder zu ersetzen. Ward aber die Röhre wieder zurückgezogen, so öffneten sie sich wieder, indem die Röhre, wie zuvor, ihre ganze Atmosphäre mit sich hinweg genommen hatte. Ward die elektrische Röhre unter die mit negativer Elektricität aus einander fahrenden Fäden gebracht, so begaben sie sich noch mehr von einander, weil die Atmosphäre der Röhre noch mehr von den Atmosphären der Fäden hinweg trieb, und ihnen an deren Stelle nichts wieder gab.

Endlich brachte Franklin die elektrische Röhre dem ersten Leiter, als derselbe nicht elektrisirt war, nahe; und als die Fäden darnach aus einander fuhren, so hielt er seinen Finger nahe daran, und bemerkte, daß sie demselben ausswichen. Franklin erklärt dieß dadurch, daß er annimmt, daß, wenn ein Finger in die Atmosphäre der Glasröhre gebracht ward, ein Theil der natürlichen Elektricität durch seine Hand und durch seinen Leib zurückgetrieben werde, so daß der Finger sowohl als die Fäden negativ elektrisch blie-

wicht lag, entgegengeſetzt war, dergeſtalt eingerichtet, daß es mit der Erde eine Verbindung hatte, ſo bekam derjenige Theil deſſelben, welcher ſich dem durch Reiben elektriſirten Körper nahe befand, dennoch die entgegengeſetzte Elektricität. Als er das bewegliche Gewicht auf das gegen über befindliche Ende des Leiters, wenn derſelbe iſolirt war, ſtellte, ſo fand er, daß daſſelbe bisweilen eine Elektricität, welche von der Elektricität des elektriſirten Körpers das Gegentheil war, bisweilen eben dergleichen, wiewohl ſchwache Elektricität, mannichmal aber auch gar keine Elektricität erhalten hatte.

Aepinus kam auf die Gedanken, daß dieſer Satz nothwendig auch beym Glaſe, und allen übrigen elektriſchen Körpern ſtatt finden müſſe, indem dieſe ſo gut wie Leiter in ihrem natürlichen Zuſtande eine gewiſſe Quantität elektriſcher Flüſſigkeit enthalten. Um dieſes zu erforſchen, nahm er eine Glasröhre, und machte das eine Ende derſelben poſitiv elektriſch. Der Erfolg davon war, daß 4 oder 5 Zoll dieſes Endes poſitiv, die zunächſt darauf folgenden 2 Zoll negativ elektriſch waren, und der übrige Theil der Röhre wieder, wiewohl ſchwach, poſitiv elektriſch war. Er wiederholte dieſen Verſuch ſehr oft mit dem nämlichen Erfolge, wie er ſich denn auch ſtatt des Glaſes einer dichten Schwefelſtange bediente. Zur Erklärung dieſer Begebenheit nimmt er an, daß die dem Ende der Röhre mitgetheilte Elektricität die natürliche Quantität der Flüſſigkeit in dem Glaſe auf eine gewiſſe Entfernung zurückſtoße. Dieſe aus ihrem natürlichen Zuſtande ſich herausbegebende Quantität wird ſeiner Meynung nach verdichtet, und vertreibt folglich eine andere Quantität der dem Glaſe natür-

natürlichen elektrischen Flüssigkeit aus ihrer Stelle, da denn auf diese Art die ganze Stange abwechselnd positiv und negativ elektrisch wird. Aepinus behauptet, daß er bloß durch Theorie auf diesen Versuch gekommen sey, indem die Begebenheit mit demjenigen genau übereinstimmt, was er vorher als nothwendige Folge aus Franklin's Grundsätzen von der positiven und negativen Elektricität abgeleitet hatte.

Aepinus wurde zu diesen Versuchen durch die oben erwähnten Experimente des Herrn Wilke veranlaßt. Beyde Herren, welche sich damals zu Berlin aufhielten, setzten diese Versuche gemeinschaftlich fort, bis sie dadurch auf die Entdeckung einer Methode fielen, eine Tafel Luft auf eben die Art, wie bisher gewöhnlich mit Glastafeln geschehen war, zu laden, und über den berühmten Leydenschen Versuch noch mehr Licht zu verbreiten.

Bey den vorigen Versuchen beobachteten diese Herren, daß der negative Zustand des einen Körpers von dem entgegengesetzten Zustande des andern abhieng, wie es denn mit den zwey Seiten einer geladenen Glasscheibe gerade dieselbe Bewandtniß hatte; und der Grund der Nichtmittheilung eben derselben Elektricität war offenbar die Undurchdringlichkeit des Glases für die elektrische Flüssigkeit in dem einen, und die Undurchdringlichkeit der Luft in dem andern Falle. Bey diesem Gedanken machten sie verschiedene Proben, die elektrische Erschütterung vermittelst der Luft hervorzubringen. Endlich gelang es ihnen, da sie große hölzerne Bretter, welche mit Blech überzogen waren, mit den flachen Seiten in gleicher Weite, und zwar einige Zoll von einander, aufhiengen.

Denn ſie fanden, daß, wenn das eine Brett poſitiv elektriſirt ward, das andere, dem vorigen Verſuche gemäß, allemal negativ elektriſch war. Die Entdeckung ward aber dadurch vollſtändig gemacht und außer Zweifel geſetzt, da jemand die eine Tafel mit der Hand anrührte, und ſeine andere Hand an die andere Tafel brachte, da er denn einen erſchütternden Schlag durch ſeinen ganzen Körper empfand, der dem bey dem Leydenſchen Verſuche entſtehenden völlig ähnlich war.

Mit dieſer Luftafel ſtellten ſie mancherley Verſuche an. Die beyden mit Blech überzogenen Bretter, da ſie ſich in entgegengeſetzten Zuſtänden befanden, zogen einander ſtark an, und würden ſich mit Gewalt einandert genähert haben, wenn ſie nicht durch Schnüre von einander gehalten worden wären. Bisweilen entladete ſich die Elektricität von beyden durch einen zwiſchen denſelben herausfahrenden Funken, als wenn eine Glasſcheibe von allzuſcharfer Entladung zerſprang. Ein dazwiſchen gehaltener Finger beförderte die Entladung, und fühlte den erſchütternden Schlag. Ward an einer der Tafeln eine Erhabenheit gemacht, ſo geſchah allemal die Selbſtentladung da hindurch, und wenn ein ſpitziger Körper auf eine derſelben geſteckt war, ſo ward dadurch die Ladung ganz und gar gehindert.

Der Zuſtand dieſer zwey Tafeln ſtellt, wie ſie bemerken, gerade den Zuſtand der Wolken und der Erde bey einem Gewitter vor, indem die Wolken allemal in dem einen, und die Erde in dem entgegengeſetzten Zuſtande ſich befinden, während der zwiſchen denſelben befindliche Körper von Luft eben die Wirkung hervorbringt, wie die kleine Luftafel zwi-

zwischen den Brettern, oder die Glastafel zwischen den beyden Metallbelegungen bey dem Leydenschen Versuche. Die Erscheinung des Blitzes ist das Zerbersten der Lufttafel bey einer von selbst erfolgenden Entladung, welche allemal durch Erhabenheiten erfolgt, und die Körper, durch welche die Entladung bewerkstelligt wird, werden stark erschüttert.

Ihrer Meynung nach ließ sich auch aus demselben Grundsatze eine gewisse Beobachtung des Herrn Mollet erklären, da sich nämlich die Elektricität oft stark äußerte, wenn das Zimmer voller Menschen war, und insbesondere noch weit mehr, wenn viele derselben sich nahe an einander drängten, um die Versuche mit anzusehen. Der Leiter befand sich alsdann in dem einen, und die Gesellschaft in einem andern Zustande, so daß, indem diese eine ansehnliche Fläche ausmachte, jemand, der einen Funken aus derselben herauslockte, als wodurch er die Elektricität der ganzen Gesellschaft entladete, denselben weit stärker fühlte, als wenn er einzeln gestanden hätte.

Dieselben Versuche waren dem Herrn Aepinus auch dazu behülflich, sich von der Undurchdringlichkeit des Glases für die elektrische Flüssigkeit einen weit deutlichern Begriff zu machen. Denn da sich eine Lufttafel eben so gut wie eine Glastafel laden läßt, so muß diese Eigenschaft, es sey auch was es wolle, nothwendig beyden gemein seyn, und es konnte unmöglich, wie Franklin vormals behauptete, etwas der innern Struktur des Glases eigenthümliches seyn. Die Undurchgänglichkeit muß daher, schließt er, allen elektrischen Körpern gemein seyn; und da sie insgesammt durch Mittheilung Elektricität bis zu einem gewissen Grade erhalten, so muß es in der Schwie-

rigkeit und Langſamkeit, mit welcher die elektriſche Flüſſigkeit ſich in ihren Zwiſchenräumchen bewegt, beſtehen, da ſie hingegen in vollkommenen Leitern ganz und gar kein Hinderniß antrifft.

Eben dieſe Folge von Verſuchen war es auch vornämlich, welche Hrn. Aepinus dahin brachte, das Daſeyn elektriſcher Atmoſphären, welche in Ausdünſtungen aus elektriſirten Körpern beſtehen, zu läugnen.

Indeſſen ſcheint er dieſes als eine kühne Meynung zu betrachten, indem er hierin, wie er ſagt, von allen Elektriſirern, welche vor ihm geſchrieben haben, und auch ſogar von Franklin ſelbſt abgehe; ungeachtet die gemeine Meynung, wie er glaubt, durch die allgemeinen Grundſätze ſeiner Theorie gar nicht begünſtigt wird, wobey man annimmt, daß ſich die elektriſche Flüſſigkeit mit einer Schwierigkeit durch jede elektriſche Subſtanz, gleich der Luft, bewege.

Da ſich aber die Elektricität an dem bloßen Körper wie ein Spinngewebe fühlen laſſe, ſo könnte man zwar behaupten, daß die elektriſche Atmoſphäre wirklich etwas in die Sinne fallendes enthalten müſſe; allein er antwortet hierauf, daß dieſes Gefühl und der Schwefelgeruch elektriſcher Körper nichts weiter als Empfindungen ſeyen, welche bloß durch die Wirkungen der Flüſſigkeit in den elektriſirten Körpern auf die elektriſche Flüſſigkeit in den Naſenlöchern oder der Hand, oder auf dieſe Theile des Leibes ſelbſt in einem unelektriſirten Zuſtande, verurſacht werden, und daß ſie von einer Perſon, welche nicht dieſelbe Art und denſelben Grad der Elektricität beſitzt, gar nicht gefühlt werden.

Eben

Eben daher glaubt er, daß man keinesweges einen hinreichenden Grund habe, solche Atmosphären anzunehmen; und erklärt, daß, so oft er sich des Worts bediene, er nichts weiter darunter verstehe, als den Wirkungskreis der einem gewissen Körper zugehörigen Elektricität. Oder es kann auch, sagt er, die benachbarte Luft, welche dadurch elektrisirt wird, so genannt werden.

Daß aber dergleichen Atmosphären, fährt er fort, auf elektrische Versuche von weniger Wirkung sind, erhellt aus dem Umstande, daß, wenn mit einem Blasebalge dagegen geblasen wird, die Elektricität des Körpers, welche denselben umgiebt, keine merkliche Verminderung erleidet. Er behauptet, daß die elektrische Flüssigkeit gänzlich in dem elektrisirten Körper ihren Sitz habe, und von da ihr Anziehen und Zurückstoßen in einer gewissen Entfernung äußere.

Auch Beccaria x) hatte aller Wahrscheinlichkeit nach vor Aepinus behauptet, daß elektrische Körper keine andere Atmosphäre, als diejenige Elektricität hätten, welche der benachbarten Luft mitgetheilt wird, und der oben von ihm erwähnten Entdeckung gemäß in die Luft, und nicht in die elektrisirten Körper übergeht.

Eben dieser Beccaria erwähnt auch noch eines Versuchs, welcher, seiner Meynung nach, ausdrücklich beweißt, daß alle irgend einem Körper mitgetheilte Elektricität sich nicht in der Luft verbreite, sondern sich an die Oberfläche des Körpers ansetze. Er elektrisirte einen großen Leiter von Goldpapier, wovon

x) Elettricismo artificiale e naturale. p. 54.

wovon die Vergoldung an verſchiedenen Stellen herum ganz und gar hinweg war, und bemerkte, daß, ſo oft er denſelben entladete, indem er an dem Ende einen Funken herauslockte, an allen goldleeren Stellen andere Funken ſichtbar wurden, weil die Ladung der entfernteſten Theile durch die Subſtanz des Metalls hindurch, und nicht zugleich mit der Luft, gegangen war, wie wenigſtens der größte Theil davon gethan haben würde, wofern er ſich daſelbſt aufgehalten hätte.

Canton's Meynung iſt zuletzt, wie Prieſtley bemerkt, ebenfalls geweſen, daß elektriſche Atmoſphären nicht in Ausdünſtungen aus elektriſirten Körpern, ſondern bloß in einer Veränderung des Zuſtandes der in der Luft, welche dieſelben umgiebt, enthaltenen oder dazu gehörigen elektriſchen Flüſſigkeit, bis zu einer gewiſſen Entfernung, beſtehen; daß durch Reiben elektriſch gemachtes Glas die elektriſche Flüſſigkeit davon zurückſtößt, und mithin jenſeit dieſer Entfernung dieſelbe dichter macht; daß hingegen elektriſirtes Siegellack die in der Luft befindliche elektriſche Flüſſigkeit näher an ſich zieht, und dieſelbe dünner macht, als ſie zuvor war.

Es iſt bereits oben bemerkt, daß ein gewiſſer Verſuch des Herrn Franklin, welcher ſeiner Meynung nach darthun ſoll, daß elektriſche Atmoſphären die Luft nicht ausſchließen, uns mit allem Rechte das Daſeyn ſolcher Atmoſphären vermuthen laſſe, da bekannter Maaßen die Elektricität die Luft fortſtößt. Ein anderer Verſuch von derſelben Beſchaffenheit ward von Darwin m) angeſtellt. Er nahm nämlich eine Glasröhre, welche an dem einen Ende offen und an dem

m) Philoſ. Tranſ. Vol. L. P. I. p. 351.

dem andern mit einer Kugel versehen war. Diese Kugel und die Hälfte der Röhre belegte er, und nachdem er dieselbe umgekehrt und einen beträchtlichen Theil davon in ein Gefäß, worin Terpentinöl befindlich war, getaucht hatte, steckte er einen Drath hinein, und ladete sie. Er bemerkte, daß das Oel ganz und gar nicht zu Boden fiel. Hieraus schloß er, daß die rings um den Drath und die Belegung der Röhre über dem Oele fließende elektrische Atmosphäre die Luft nicht vertreibe, sondern sich in ihren Zwischenräumen aufhalte.

Ein den Versuchen der Herren Franklin und Darwin ähnlicher Versuch wurde von Beccaria [z]) angestellt. Er nahm eine belegte Phiole und steckte ein kleines Glasröhrchen hinein, welches daselbst, wo es aus der Phiole hervorgieng, horizontal umgebogen war; er verklebte es mit Kitt, und brachte leichte Asche an das äußerste Ende des Röhrchens, welches eine überaus feine Oeffnung hatte, und bemerkte allemal, daß die Asche hinweggeblasen ward, so oft ein Funke in die Phiole hineinfuhr; nachher aber begab sich dieselbe nach dem Ende des Röhrchens zu wieder zurück.

Obgleich Franklin verschiedene wichtige Entdeckungen in Ansehung der Leydner Flasche gemacht hatte, so blieben ihm doch noch manche Umstände unbekannt und unerklärbar. Erst durch die wichtige Erfindung der Herren Wilke und Aepinus, den erschütternden Schlag vermittelst einer geladenen Luftscheibe hervorzubringen, wurde ein vorzügliches Licht über die Eigenschaften der Leydner Flasche verbreitet. Es

z) Lettere dell' elettricismo. p. 79.

Es iſt daher natürlich, zu vermuthen, daß ſich mehrere Elektriſirer mit Unterſuchungen über die Leydner Flaſche beſchäftigten, und Verſuche unter mancherley abgeänderten Umſtänden anſtellten, um die wundervolle Wirkung dieſer Verſtärkungsflaſche zu einer Gewißheit zu bringen.

Gleich nach der Entdeckung des durch Glas hervorgebrachten erſchütternden Schlages machten die Elektriſirer Verſuche, auch andere elektriſche Subſtanzen zu laden; allein ſie wollten vor Beccaria niemanden glücken. Dieſer fand a), daß eine ſehr glatte Tafel Siegellack, welche dadurch zubereitet ward, daß man dieſe Subſtanz, wenn ſie geſchmolzen war, auf einen mit Oel getränkten marmornen Tiſch goß, eine ziemliche Ladung bekam.

Denſelben Verſuch ſtellte er noch mit verſchiedenen andern elektriſchen Körpern an, und bemerkte, daß ein Gemenge von Pech und Geigenharz weniger als Siegellack, hingegen mehr als Schwefel, und noch um einen großen Theil mehr als Pech allein, ſich laden ließ.

Einen der merkwürdigſten Verſuche über dieſen Gegenſtand ſtellte Beccaria in dieſer Abſicht an, um in Anſehung der wirklichen Richtung der elektriſchen Flüſſigkeit bey einer Entladung etwas Gewiſſes zu beſtimmen. Er hieng eine überzogene Glastafel an einen ſeidenen Faden auf, und nachdem er ſie geladen und in völliger Ruhe gelaſſen hatte, bemerkte er, daß, wenn die Entladung vermittelſt eines an beyden Seiten zugleich nahe gebrachten gekrümmten Draths geſchah, der Glastafel keine Bewegung mit-

a) Lettere dell' elettriciſmo. p. 64.

mitgetheilt ward. Dieser Versuch bewies in der That die Gegenwirkung des Glases auf die elektrische Materie, wodurch die Tafel in Ruhe gehalten ward, obgleich die elektrische Flüssigkeit mit großer Heftigkeit von der einen Seite nach der andern zuschoß. Er vergleicht das Glas mit einer zwischen zwey andern hangenden elfenbeinernen Kugel, welche ihren Ort behält, wenn die auf beyden Seiten befindlichen nach einem der einen derselben beygebrachten Stoße sich zurückbewegen.

Hartmann [b]) in Hannover hat einen Versuch mitgetheilt, welcher die fortschreitende Bewegung der Explosion zu beweisen scheint. Er ließ den elektrischen Schlag durch eine Menge Stückkugeln, bisweilen an die 40, welche auf kleinen Trinkgeschirren nahe an einander gelegt waren, hindurch fahren, wobey sämmtliche Funken in ein und demselben Augenblicke gesehen wurden, und alles Schnappen nur einen Knall ausmachte. Nahm er aber, anstatt der metallenen Kugeln, Eyer, so war die fortschreitende Bewegung der Explosion sichtbar; und zwey und zwey gaben immer schnappende und brennende Funken von sich. Dieser Versuch erfordert eine der Elektricität sehr günstige Witterung, und es ist, wie er versichert, gemeiniglich mit 10 oder 11 Eyern am besten gelungen.

Einen sinnreichen Versuch stellte auch Amadeus Lullin [c]) zu Genf in der Absicht an, um die Richtung

b) Abhandl. von der Verwandsch. u. Aehnlichk. der elektrischen Kraft mit den erschrecklichen Lufterscheinungen. S. 58.

c) Diss. phys. de electricitate p. 24.

tung der elektrischen Flüssigkeit bey Explosionen zu bestimmen, welcher, wie er glaubt, dem Kreuzversuche näher kömmt, als irgend ein anderer. Er legte eine gemeine Karte in den Bezirk der Explosionen, während der Drath, welcher mit der positiven Seite der Flasche verbunden war, auf der einen Seite derselben, und der mit der negativen verbundene auf der andern Seite lag, und die Enden derselben nicht einander gegen über, sondern etwas entfernt gelegt worden waren. Nachdem er diese Einrichtung gemacht hatte, so bemerkte er, daß beym Entladen die Karte beständig dicht an dem Ende des mit der negativen Seite der Flasche verbundenen Draths durchbort war, als ob die elektrische Flüssigkeit, welche von der positiven Seite der Flasche in den damit verbundenen Drath hinein und aus dem Ende desselben hinaus fuhr, durch ihren eigenen elektrischen Stoß längs der Oberfläche der Karte getrieben worden wäre und dieselbe nicht eher durchbort hätte, als bis sie dem Ende des andern Draths gegen über gekommen wäre, welcher mit der negativen Seite in Verbindung stand, wodurch dieselbe stark angezogen ward.

Ein anderes merkwürdiges Experiment über die Leydner Flasche ward vom Prof. Richmann zu Petersburg angestellt. Er überzog beyde Seiten einer Glasscheibe 2 oder 3 Zoll vom Rande, und befestigte leinene Fäden an dem obern Theile des Ueberzuges an beyden Seiten. Wenn die Scheibe nicht geladen war, hiengen diese Fäden dicht an dem Ueberzuge herab; wenn er aber die Scheibe aufrecht stellte, und sie ladete, so bemerkte er, daß, wenn weder die eine noch die andere Seite von seinem Finger oder sonst einem andern mit der Erde verbundenen Leiter berührt ward,

beyde

beyde Fäden von dem Ueberzuge zurückführen, und in gleicher Entfernung davon abstanden; brachte er aber seinen Finger, oder irgend einen andern Leiter, an eine Seite, so begab sich der an dieser Seite hangende Faden näher nach dem Ueberzuge hin, während der Faden an der abgewandten Seite um eben so viel zurückwich; und daß, wenn sein Finger dicht an eine Seite gebracht ward, der Faden auf dieser Seite ebenfalls dicht daran fiel, während der Faden auf der entgegenstehenden Seite zweymal so weit, als er anfänglich gehangen hatte, zurückwich, so daß die beyden Fäden allemal dergestalt hiengen, daß sie einerley Winkel mit einander machten.

Aepinus [d]) zeigte, daß es eigentlich der Wahrheit nicht gemäß sey, daß eine freystehende Person, wenn sie die Leydner Flasche durch ihren eigenen Körper hindurch entladet, keine Elektricität bekomme. Als er eine große Lufttafel elektrisirte, nahm er wahr, daß, wenn die nähere Tafel positiv elektrisirt war, er durch das Entladen eine positive, wenn sie hingegen negativ elektrisch war, er eine negative Elektricität bekam. Er nimmt an, daß der Grund, warum Franklin der Versuch nicht gelungen sey, darin gelegen habe, daß die Oberflächen, womit er den Versuch angestellt hat, nicht groß genug gewesen seyen, die Wirkung merklich zu machen; und daß die Entfernung der metallenen Platten ebenfalls kleiner gewesen sey, als sie bey Ladung des Glases hätte seyn sollen.

Nach dem von Wilke entdeckten Grundsatze, daß nämlich die Elektricität des einen Körpers die Elektricität eines andern, vornämlich wenn derselbe eine breite Oberfläche hat und er ihm die entgegengesetzte Elektri-

d) Tentamen theor. electric. p. 27.

Elektricität ertheilt, zurückſtoße, hatte Cigna e) eine neue Methode, die Phiole zu laden, erfunden.

Er legte eine glatte Bleyplatte auf einen elektriſchen Körper, und lockte unterdeſſen, daß er einen elektriſchen Körper, z. B. einen ſeidenen Strumpf, daran brachte, mit dem Drathe einer Phiole aus der entgegenſtehenden Seite einen Funken heraus; nahm alsdann den Strumpf hinweg, und erregte einen andern Funken vermittelſt ſeines Fingers oder irgend eines mit dem Fußboden verbundenen Leiters. Als er den Strumpf zum zweytenmal der Platte näher brachte, erregte er mit dem Drathe der Phiole, wie vorher, einen zweyten Funken, und bey Wiederhinwegnehmung deſſelben einen andern auf dieſelbe Art vermittelſt ſeines Fingers. Dieſes Verfahren wiederholte er ſo lange, bis die Phiole geladen war, welches bey günſtiger Witterung mit ſehr weniger Verminderung der Elektricität des Strumpfs geſchah.

Wenn er, anſtatt einen zweyten Funken vermittelſt ſeines Fingers herauszulocken, den Drath einer andern Phiole dazu gebrauchte, ſo ward dieſe ebenfalls, ohne daß ein mehreres dazu erforderlich geweſen wäre, und zwar mit einer der Elektricität der andern Phiole entgegengeſetzten Elektricität geladen. Ward der zweyte Funken vermittelſt des Ueberzuges eben derſelben Phiole erregt, ſo geſchah das Laden geſchwinder, die Operation aber war mühſam zu bewerkſtelligen.

Dieſe neue Methode des Ladens der Phiole läßt ſich aus dem vorerwähnten Grundſatze leicht erklären. Da die hinzunahende Elektricität in dem Strumpfe nicht

e) Miſcellanea ſociet. Taurinenſ. 1765. p. 49. ſqq.

nicht geschickt ist, sich in die platte breite Oberfläche des Metalls hinein zu begeben, so treibt sie das elektrische Fluidum aus dem entgegenstehenden Theile der Platte hinaus, nach der andern Seite zu, welche, weil sie dadurch überladen wird, ihren Ueberfluß an den Drath der Phiole abtritt. Wenn der Strumpf hinweggenommen wird, so hat die Platte weniger als ihren natürlichen Theil von der elektrischen Flüssigkeit, und es läßt sich daher ein Funken, entweder vermittelst des Fingers oder des Draths einer andern Phiole, gar leicht erregen.

Cigna macht zwischen der elektrischen Flüssigkeit, welche den erschütternden Schlag hervorbringt, und derjenigen, von welcher einige andere Erscheinungen überzogenen Glases abhangen, einen beträchtlichen Unterschied. Von jener, deren Quantität am größten ist, glaubt er, daß sie sich entweder in dem Ueberzuge selbst, oder auf der Oberfläche des Glases befinde, da hingegen die andere, seiner Meynung nach, sich in die Zwischenräume des Glases hineinbegeben, und auf dessen Substanz selbst gewirkt hat.

Er legte zwey wohl getrocknete Glastafeln über einander, als wenn sie nur aus einem Stücke bestanden hätten. Die untere war auswendig belegt. Nachdem er dieselben isolirt hatte, rieb er wechselsweise die obere Tafel mit der einen Hand, und erregte mit der andern aus dem Ueberzuge der untern einen Funken, so lange bis sie geladen waren, da alsdann der Ueberzug und beyde Tafeln fest an einander hiengen. Als er hierauf die andere Seite belegte, und eine Verbindung zwischen dieser Belegung und der andern veranstaltete, erfolgte die gewöhnliche Explosion. Ungeachtet aber die Tafeln auf solche Art entladen waren,

hien-

hiengen ſie doch noch zuſammen; und ob ſie gleich, ſo lange ſie ſich in dieſem Zuſtande befanden, weiter kein anderes Zeichen von Elektricität äußerten, ſo fand ſich doch, als ſie von einander geſondert wurden, daß jede eine Elektricität an ſich hatte, welche von der Elektricität der andern das Gegentheil war.

Wenn die beyden Tafeln vor ihrer Entladung von einander genommen wurden, und die Belegung an jeder berührt ward; ſo kam aus jeder ein Funken zum Vorſchein; und wenn ſie auf einander gelegt wurden, hiengen ſie wieder, wie vorher, zuſammen, waren aber zur Hervorbringung eines Schlags unfähig geworden.

Er vergleicht daher diejenige Elektricität, welche den erſchütternden Schlag hervorbringt, mit der Elektricität der metallenen Platte bey dem vorigen Verſuche, welche bey Erregung eines Funkens verloren geht, ſo wie die Seide davon zurückgenommen wird, und von derjenigen Elektricität, wodurch die zwey Glastafeln zuſammenhangen, verſchieden iſt. Die eine wird auf einmal, die andere hingegen langſam zerſtreut; die eine befindet ſich, ſeiner Meynung nach, in den Leitern oder auf den Oberflächen elektriſcher Körper, und die andere in der Subſtanz ſelbſt.

Außerdem haben verſchiedene Elektriſirer Verſuche mit der Leydner Flaſche angeſtellt, welche beweiſen, daß die angehäufte Elektricität eine außerordentliche Wirkung auf die Körper äußert. So bemerkt Watſon in einer am 28ten Jun. 1764 der königl. Societät vorgeleſenen Abhandlung, daß die angehäufte Elektricität, welche durch einen feinen Drath ſchnell hindurch geht, eine merkwürdige Wirkung hervor-

vorbringe, wie aus Kinnersley's Versuche erhelle. Dieser ließ nämlich in Franklin's Gegenwart die elektrische Materie aus einem Flaschenfutter mit einem Male durch einen feinen eisernen Drath hindurchgehen. Der Drath erschien zuerst glühend, und zerschmolz alsdann in Tropfen, welche selbst in die Oberfläche seines Tisches oder Fußbodens hinein brannten. Diese Tropfen nahmen beym Kaltwerden eine sphärische Gestalt an, wie ganz kleiner Schrot, wovon Franklin etwas an Canton übersandte, welcher den Versuch nachmachte. Dieß beweißt, daß das Schmelzen ganz vollkommen erfolgt sey, indem geschmolzenes Eisen eine solche Gestalt nicht anders, als bey der vollkommensten Flüssigkeit, erhalten kann.

In einer derselben Abhandlung beygefügten Anmerkung bemerkt Canton, daß der Durchmesser eines Stücks von Kinnersley's Drathe, welches er von Franklin bekommen, $\frac{1}{182}$ eines Zolls betragen habe; imgleichen, daß ein aus einem Flaschenfutter von 35 Bouteillen erregter künstlicher Blitz messingenen Drath von $\frac{1}{300}$ eines Zolls gänzlich zerstöre. In dem Augenblicke, da der Schlag geschah, fuhr eine Menge Funken, wie vom Stahl und Feuersteine, aufs und seitwärts von demjenigen Orte, wo der Drath lag, welche am hellen Tage in einer Entfernung von ohngefähr 2 oder 3 Zoll ihr Licht verloren. Nach der Explosion zeigte sich so lang der Drath gegangen war ein Brandmal auf dem Tische, und man entdeckte vermittelst eines Vergrößerungsglases nahe an dem Brandmale ganz runde Theilchen von Messing; vom Drathe aber war nicht das geringste zu finden [f]).

Bec-

f) Philos. Transact. Vol. LIV. p. 208.

Beccaria [g]) brachte kleine Stückchen Metall zum Schmelzen, ohne ſie in Glastafeln einzuſchließen oder damit zu bedecken. Er glaubte aber, daß von allen Metallen einerley Farbe auf das Glas abgedruckt würde, und daß dieſer Umſtand eine Spur der Grundtheile ſey, welche bey allen einerley ſind.

Dalibard [h]) bemerkte, daß, wenn eine große Glastafel ſich von ſelbſt entladete, der Glanz an dem Orte der Entladung hinabgieng, und daß das Merkmal, welches ſie zurückließ, gemeiniglich, wie er ſich ausdrückt, wie ein Zickzack hin und her gieng. Mit dem Stücke Glas, womit er dieſe Entladung verrichtete, durchborte er 160 Blätter Papier. Es enthielt 1200 Quadratzoll.

Wilke [i]) ſagt, daß, wenn ein kleines Stück Metall in einer ſeidenen Schnur eines zu dieſer Abſicht dünn gemachten Glasbecher gegen über gehängt werde, bey dem von ſelbſt erfolgenden Entladen durch dieſen Ort hindurch das Stück Metall 5 bis 6 Zoll weit abgeſtoßen werde.

Winkler brachte Bärlappſamen (ſemen lycopodii) in Brand, indem er eine Phiole durch eine Quantität deſſelben hindurch ſich entladen ließ; wie auch Knallgold, das auf ein Stück Pergament gelegt war, welches durch die Exploſion zerriß.

Durch den elektriſchen Schlag war Beccaria [k]) vermögend, Borax und Glas zu ſchmelzen. Die

merk-

g) Elettriciſmo artificiale e naturale p. 134. ſq.

h) Hiſtoire abregée de l'électricité p. 84.

i) Anmerkungen über Franklin's Briefe. S. 266.

k) Lettere dell' elettriciſmo. p. 282.

merkwürdigsten seiner Versuche mit dem elektrischen Erschütterungsschlage aber sind diejenigen, wodurch er Metalle reducirte, welches er dadurch bewerkstelligte, daß er die Explosion zwischen zwey Stücken der metallischen Kalke veranstaltete. Auf diese Art reducirte er verschiedene Metalle, und unter andern auch Zink. Er stellte sogar wirkliches Queckſilber aus Zinnober dar. Bey dergleichen Reduktionen bemerkte er allemal unter den farbigen metallischen Flecken schwarze Striche, welche, seiner Meynung nach, von dem Phlogiston herrührten, welches von den verglasten Theilen dahin getrieben worden war, wenn der andere Theil den Kalk reducirte.

Noch einen andern Versuch stellte er mit dem elektrischen Schlage an, indem er denselben durch Messingstaub, welchen er zwischen zwey Tafeln von Siegellack gestreuet hatte, hindurch fahren ließ. Es war alles zusammen vollkommen hell und durchsichtig.

Mit dem elektrischen Schlage machte er auch denjenigen Hauptversuch, worauf er sich bey seiner Theorie des Gewitters so sehr gründete, und wodurch er erweislich machte, daß die elektrische Materie bey ihrem Durchgange alle leichte leitende Substanzen mit sich hinwegrisse, wodurch sie geschickt gemacht wird, durch eine Quantität einer widerstehenden Zwischenmaterie hindurch zu dringen, welches sonst auf keine andere Weise möglich wäre. Er that ein schmales Stück Silberblättchen zwischen zwey Wachstafeln, und legte es quer über dieselben, jedoch so, daß es nicht ganz bis an eine der Seiten reichte. Als er die Entladung durch dieses Stückchen Metall hindurch veranstaltet hatte, indem er einen Drath dem Silber gegen über da, wo es aufhörte, hielt, fand er das

Silber geschmolzen, und einen Theil desselben längs dem Wege, welchen die elektrische Materie genommen hatte, zwischen den Wachstafeln, von dem Silber an bis nach dem Drathe, zerstreut. Ein Zufall gab ihm Gelegenheit, eine andere Begebenheit von gleicher Art zu beobachten. Als er nämlich einstmals unvorsichtiger Weise die Ladung eines kleinen Glasbechers durch Rauch vom Salpetergeist hindurch auffieng, bekam er ein Loch in seinen Daumen, wo das Feuer hineingegangen war, welches, seiner Meynung nach, bloß durch den Salpeter, welchen das elektrische Fluidum mit sich hinweggeführt hatte, verursacht worden seyn konnte.

So gewaltsam auch gemeiniglich die elektrische Explosion den menschlichen Körper rührt, so giebt es doch Beyspiele von Personen, welche ganz und gar nichts davon gefühlt haben; insbesondere 3 oder 4, deren Musschenbroek Erwähnung thut, worunter sich eine junge Weibsperson befand.

Uebrigens führt Priestley in seiner Geschichte der Elektricität einen Versuch von Canton an, welchen er für sehr wichtig hält, weil er wahrscheinlich über die Elektricität des Tourmalins einiges Licht verbreiten könne.

Er ließ sich einige dünne Glaskugeln von ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser mit 8 oder 9 Zoll langen Stielen oder Röhren verfertigen, machte einige davon inwendig positiv und andere negativ elektrisch, nach Art des Ladens der Leydner Flasche, und versiegelte dieselben alsdann hermetisch. Als er unmittelbar darauf die bloßen Kugeln an seinen Elektricitätszeiger brachte, äußerten sie nicht das geringste

Merk-

Merkmal von Elektricität; hielt er sie aber 5 oder 6 Zoll weit vom Feuer, so wurden sie in gar kurzer Zeit stark elektrisch, und noch mehr, als sie kalt geworden waren. So oft diese Kugeln erhitzt wurden, theilten sie entweder das elektrische Fluidum andern Körpern mit, oder nahmen es von denselben an, nach Beschaffenheit des mehrern oder wenigern Zustandes innerhalb derselben. Wurden sie oft heiß gemacht, so ward ihre Kraft merklich vermindert; eine aber, die eine Woche lang im Wasser gelegen hatte, schien dadurch nicht im mindesten geschwächt worden zu seyn. Diejenige, welche er unter Wasser gehalten hatte, war am 22. Sept. 1760 geladen, und verschiedene Mal heiß gemacht worden, ehe sie in's Wasser gekommen war, auch war sie nachher sehr oft erhitzt worden, und dennoch hatte sie am 31. Octob., als er einen Bericht davon an Franklin übersandte, ihre Kraft noch in einem beträchtlichen Grade behalten. Da es sich von ohngefähr zutrug, daß zwey seiner Kugeln zerbrachen, so erhielt er dadurch Gelegenheit, ihre Dicke zu messen, und fand, daß dieselbe 7 bis 8 Tausendtheil eines Zolls betrug.

Auch fand Lullin, daß eine geladene und hermetisch versiegelte Glasröhre, wenn sie heiß gemacht worden war, Merkmale von Elektricität äußerte.

Nach Beccaria stellte vorzüglich Wilke [1]) verschiedene Versuche und Untersuchungen an, wie die elektrische Ladung und der Schlag durch mehr Körper, als Glas und Porzellan, erhalten werden können. Da

1) Abhandlung. der Schwed. Akad. der Wissensch. B. XX. S. 241. d. d. Uebers.

Da er hiebey auf die Umſtände genauer als Beccaria Acht gab, ſo verdient das weſentlichſte davon angeführt zu werden. Bey allen ſeinen Verſuchen, welche Wilke zu dieſer Abſicht angeſtellt hat, ward er überzeugt, daß alle Körper, welche durch Reiben eine urſprüngliche Elektricität erhalten können, eben ſo dienlich ſind, die Ladung anzunehmen und den Schlag zu geben, als Glas.

Auf ſeine Verſuche wurde er, wie er anführt, durch folgende Schlüſſe geleitet: wenn ſich andere Körper eben ſo, wie das Glas, laden und entladen laſſen ſollten, ſo hielt er es für nothwendig, die Körper, bey welchen dieſes unterſucht werden ſollte, vollkommen in die Umſtände zu verſetzen, worin ſich das Glas befindet, wenn es dieſe bewundernswürdigen und heftigen Wirkungen zeigt. Die Urſache, warum dergleichen Verſuche Andern nicht haben glücken wollen, ſcheint nach ihm die geweſen zu ſeyn, daß die von ihnen gebrauchten Gefäße zu dick oder zu klein geweſen ſind, eine zulängliche Ladung anzunehmen, die ſich durch einen deutlichen Schlag entdeckte. Die Schwierigkeit, ſolche Gefäße nach Gefallen zu verfertigen, veranlaßte ihn zuerſt, auf einen neuen Ausweg zu denken. Es iſt nämlich bekannt, daß die Geſtalt des Glaſes ſelbſt nicht das geringſte zur Ladung des Glaſes beyträgt, ſondern daß eine glatte gläſerne Tafel hiebey eben die Dienſte thut, wie Flaſchen und hohle gläſerne Gefäße, welche mit Waſſer, Feilſpänen und Schrot gefüllt ſind. Daher bediente er ſich dieſer Geſtalt, als der bequemſten, indem er ſehr leicht dergleichen Tafeln von andern Materien zurichten konnte, welche ſich nachher eben ſo gut wie Glas laden laſſen, wenn man ihnen die gewöhnlichen Belegungen giebt,

und

und nachher die Elektricität der einen Seite mittheilt, und sie von der andern ableitet.

Um nun hiebey aufs sicherste zu verfahren, so suchte er zuförderst alle Umstände genau zu erwägen, welche einige Aenderung bey der Ladung des Glases, besonders in Absicht auf die Stärke des Stoßes selbst, machen könnten. Denn eben hieraus glaubte er nachher etwas gewisses bey den andern Körpern wegen des glücklichen oder unglücklichen Ausgangs jedes Versuchs muthmaßen zu können.

Aus einer Menge von Versuchen, welche er in dieser Absicht mit dem Glase anstellte, und mit andern verglich, sind von ihm einige allgemeine Regeln zusammengezogen worden, welche er für zuverlässig hielt, weil sie ihm die größten Dienste bey seinen Versuchen geleistet haben, und das einzige waren, was ihm darin den Weg zeigte. Aus Mangel vollkommener Elektrometer beurtheilte er die Verstärkung der elektrischen Ladung mit Glas aus der Heftigkeit und Wirkung des Wassers auf seinen eigenen Körper; aus dem stärkern oder schwächern Klange des Schlags und der Stärke der dabey entstandenen Funken, aus der Menge der Funken und Schwingungen, welche eine metallene Kugel, die an einem langen seidenen Faden hieng, zwischen den beyden Leitern des geladenen Glases, dem positiven und negativen, machte, aus der Wirkung des Schlages und des Stoßes auf andere Körper, als ihrer Entzündung, Durchborung, Schmelzung. Er fand, daß sich die Stärke der Ladung nach folgenden Hauptumständen richtet: 1. die Dicke des Glases, 2. desselben Weite oder Größe, 3. die Stärke der Elektrisirkugel, und 4. die Beschaffenheit des Leiters.

Die Dicke des Glases thut so viel zur Sache, daß sie den Versuch ganz hindern kann. Gläser, welche dicker als 2 Linien waren, ließen sich nur wenig laden; ein dünneres Glas aber nahm eine ansehnliche Ladung an. Eine kleine Glaskugel, welche $\frac{1}{10}$ einer Linie dick war, gab einen zulänglichen Stoß: überhaupt ließ sich als eine allgemeine Regel annehmen, daß dünnere Gläser stärker geladen werden, und lebhaftere Stöße geben, als dicke.

Die Weite oder Größe des Glases trug sehr viel zur stärkeren und schwächeren Ladung bey. Je größer, sagt er, das Ladungsglas ist, desto stärkere Ladung und Stoß läßt sich dadurch erhalten. Eine kleine Flasche nimmt eine Ladung ein, die Menschen und Thiere sehr wohl ohne Schaden aushalten können, aber die Ladung eines großen Recipienten, der 15 bis 20 Stop hält, wird Menschen und Thieren gefährlich, schmelzt Metalle, und durchbort Metallblätter, Papier, Leder, u. s. f.

Die Stärke der Elektrisirkugel ist, wie er bemerkt, der Grad der ursprünglichen oder mitgetheilten Elektricität, welche eine solche Kugel in andern Körpern erregt, die als Leiter an sie gebracht werden. Also beurtheilt man diese Stärke der Elektrisirkugel nur nach ihren Wirkungen in den erwähnten Leitern. Da die meisten Elektrisirer diesen Umstand, welcher bey allen elektrischen Versuchen, und gleichfalls bey Ausmessung der Grade der Elektricität sehr wichtig ist, vernachlässigen, so bemühte sich Wilke, etwas Zuverlässiges hiebey auszumachen. Der Versuch zeigte, daß sich ein großes Glas vermittelst einer kleinen und schwachen Kugel nie so stark laden läßt, als vermittelst einer größern und stärkern. Dagegen läßt sich

ein

ein kleines Glas oft mit der stärksten Kugel nicht stärker laden, als mit einer schwächern. Große Gläser werden insgemein von schwachen Kugeln gleich stark geladen, und kleine Gläser werden ebenfalls von den stärksten Kugeln allemal nur bis auf eine gewisse und immer gleiche Stärke geladen. Oft zerspringt das Glas, und die Elektricität drängt sich quer durch das Glas und schlägt Löcher hinein. Dieses ereignet sich nie mit schwachen Kugeln und etwas großen Ladungsgläsern, sondern gemeiniglich, wenn die Kugeln stark, und das Glas groß und dünn ist. Diese Sätze scheinen zum Theil einander zu widersprechen, allein Wilke glaubt demungeachtet, daß sie sich mit einander vereinigen lassen, wenn man sich diese Wirkungen also vorstellt: weil alle Versuche darin übereinstimmen, daß ein gegebenes Glas allemal eine bestimmte Ladung aus einer und derselben Kugel annimmt, so setzt er voraus, dieser Grad sey der größte, welcher sich bey diesem Glase erhalten läßt, und zugleich soll die Ladung, die es bekommen hat, die größte seyn, welche diese Kugel geben kann. Wenn also das Glas in zwey gleich große Theile getheilt wird, die man auf solche Art als zwey kleine Gläser ansehen kann; so würde die Kugel im Stande seyn, beyde Gläser auf einmal und auf eben den Grad zu laden, auf den sich zuvor das ganze Glas ladete. Würden nun diese Theile von einander genommen, und jeder für sich geladen, so könnte die Kugel auch einen dieser Theile laden. Allein die Erfahrung zeigt, daß die Ladung eines Theils allein nicht auf denselben Grad steigt, als wenn das ganze Glas oder beyde Theile zusammen geladen werden, sondern die Wirkung dieser Ladung wird ohngefähr die Hälfte so stark, als der andern. Da nun die Kugel an sich stark genug war, beyde Theile

des Glaſes auf einmal zu laden, ſo erhellet hieraus, daß bey der Ladung des einen Theils allein ein Theil von der Stärke der Kugel ungebraucht bleibt, und alſo hiebey überflüſſig iſt; daß aber die ganze Stärke der Kugel angewandt wird, wenn beyde Theile zuſammen auf einmal geladen werden. Hieraus zieht Wilke dieſe allgemeine Regel: mehr Gläſer thun ſtärkere Wirkung, als ein einziges, wenn die Kugel, mit der ſie geladen werden, ſo ſtark iſt, daß dieſe Gläſer, wenn ſie zuſammen geladen werden, eben die Ladung bekommen, die jedes von ihnen empfängt, wenn es allein geladen wird. Ferner folgert er daraus noch die andere allgemeine Regel: mehr Gläſer tragen nichts zur ſtärkern Ladung bey, wenn die Kugel ſie nicht alle zuſammen in demjenigen Grade ladet, den jedes dieſer Gläſer allein geladen empfängt.

Die Beſchaffenheit des Leiters trägt bisweilen viel zu ſtärkern oder ſchwächern Ladungen und Schlägen bey; dieſe Körper dienen nämlich, die elektriſche Materie der einen Seite zuzuführen und ſie von der andern wegzuführen, und nachher bey dem Ablöſen des Glaſes, ſie von der poſitiven Seite des Glaſes hinüber nach der negativen zu führen. Hiezu wird bloß erfordert, daß ſich die Materie leicht fortbewegt; und folglich dient auch ein Körper deſto beſſer zum Leiter, je geſchickter er zu einer ſolchen Fortpflanzung iſt, und je weniger er die aufgefangene elektriſche Materie von ſich läßt. Dieſes letzten Umſtandes wegen muß ein Leiter keine ſcharfen Ecken oder Spitzen beſitzen, ſondern allenthalben abgerundet ſeyn.

Da der Erfahrung zu Folge kein Glas geladen werden kann, wenn ſich der geringſte Riß in den Theilen des Glaſes zwiſchen den Belegungen findet, ſo

glaubte

glaubte Wilke den Grund hievon darin zu suchen, daß die elektrische Materie alsdann nicht nöthig habe, bey der Ladung in die Substanz des Glases selbst zu dringen, sondern in kleinen Funken allemal von einer Seite zur andern hinüber schlagen und sich solchergestalt einen Zusammenhang zwischen beyden Belegungen verschaffen kann. Dieses nämliche ist auch bey den übrigen Körpern zu merken. Denn bey den meisten unter ihnen finde man große Schwierigkeiten, solche kleine und oft unsichtbare Wege für die elektrische Materie zu vermeiden. Indessen zeigen sie sich gleich durch die kleinen knisternden Funken, welche man zwischen den Belegungen schlagen hört.

Hieraus erklärt Wilke auch ein anderes Hinderniß, welches der Einnehmung der Ladung und Zurückhaltung in diesen Tafeln und Körpern entgegen steht. Wenn die Materie der Tafel ungleichartige Theile hat, von welchen einige die Elektricität fortpflanzen, andere aber solches nicht thun, z. B. wenn eine Masse aus Schwefel und Feilspänen vermengt ist, so hindern diese ableitenden Theile die Ladung fast auf dieselbe Art, wie ein wirklicher Riß, weil sich die elektrische Materie nach und nach durch diese fortführenden Theile hinzieht, und solchergestalt einen geraden Weg findet, von einer Belegung in die andere mitten durch die Tafel, welche geladen werden sollte, zu gehen.

Ueberdieß glaubte er nöthig zu haben, zu untersuchen 1. ob die Politur des Glases und dessen glatte Oberfläche etwas zur Sache thue? 2. ob man eine Ladung mit zermalmten Glase erhalten könne?

Er schliff daher die glänzende Oberfläche von einer Glastafel ab, und fand, daß sie sich demungeach-

ſet laden ließ und Schläge gab, wenn mit ihr auf die gewöhnliche Art verfahren ward. Eben das ereignete ſich, wenn man die matt geſchliffene Tafel von neuem polirte. Gleichwohl fand ſich, daß die Tafel bey dieſen beyden letzten Umſtänden nicht ſo ſtarke Wirkung that, als wenn ſie roh und ungeſchliffen war, ſo wie ſie aus der Glashütte kommt. Die Urſache hievon glaubt er darin zu finden, daß ſich die elektriſche Kraft hiebey auf beyden Flächen der Tafel und durch ihre Subſtanz ſtärker fortpflanzt. Denn eine matt geſchliffene gläſerne Röhre pflanzt ſtärker fort, als eine polirte; und die Oberfläche des Glaſes iſt allezeit härter und dichter, als ſeine innern Theile, welche deßwegen die elektriſche Materie leichter durch ſich laſſen werden, als die harte Schale. Wilke bemerkt hiebey noch, daß zwar Canton gefunden habe, daß ein matt geſchliffenes Glas durch Reiben eine negative Elektricität bekomme, obgleich dieſelbe zuvor, da es polirt war, poſitiv war; allein der Unterſchied finde ſich bey der Ladung eines ſolchen Glaſes nicht, ſondern die matt geſchliffene Glastafel verhalte ſich dabey auf eben die Art, wie eine polirte Glastafel, welche auf der einen Seite poſitiv, auf der andern negativ werde.

Ferner ſtreuete er auf ein ſtarkes, glattes, und mit Spiegelfolie überzogenes Bret eine Schicht zerſtoßenes Glas, das ſo fein als Pulver, und wohl ausgetrocknet, auch von allen Unreinigkeiten und fremden Theilen geſäubert war. Dieſe Glasſchicht, welche überall gleich dick ſeyn muß, läßt ſich ohngefähr 3 Fuß breit, 4 Fuß lang, und 1 Zoll dick machen. Mitten auf ſie wird eine glatte und mit Spiegelfolie überzogene hölzerne Tafel gelegt, die

die an allen Seiten einige Zoll kleiner ist, als die Glasschicht selbst. Diese Vorrichtung ließ sich eben so gut, nur nicht so stark, wie eine kleinere gläserne Tafel laden. Aus diesem Versuche folgert Wilke, daß der innere Bau des Glases keinesweges die einzige Ursache der Ladung und des Stoßes sey. Da aber der Versuch doch zeige, daß eine dichte gläserne Tafel stärkere Wirkung thue, als das zerstoßene Glas, so lasse sich, wie es scheint, daraus schließen, daß die Zusammensetzung des Glases ebenfalls etwas dazu beytragen müsse. Nach Wilke's Meynung muß die elektrische Materie in einem Körper, der geladen werden soll, einen gewissen bestimmten Widerstand finden, aber nicht einen unbedingten, der ihr allen Durchgang versagt. Auf welche Art aber die elektrische Materie einen solchen Widerstand in diesen Körpern finde, und auf welche Art ihr Durchgang befördert oder gehindert werde, das lasse sich so leicht nicht einsehen; indessen scheine es, als wenn sich hiebey zwey Ursachen angeben ließen, die einen leichtern oder einen schwerern Durchgang veranlassen könnten. Die eine sey die Beschaffenheit der Zwischenräume, und die andere das Anziehen, das zwischen den Theilchen der Körper und der elektrischen Materie statt finden müsse. Wären nämlich die Zwischenräume enge, so werde ein dünner, wären sie aber weiter, ein dicker Körper erfordert, wenn allezeit der durchdringenden Materie ein bestimmter und gleich großer Widerstand im Wege seyn solle. So mußte die Glasschicht ohngefähr 1 Zoll dick seyn, ehe sie die Funken zwischen den Belegungen abhalten konnte, dagegen die Glasscheibe von 1 Linie Dicke in den meisten Umständen zulänglich befunden werde. Je dichter also der Körper sey, der sich zwischen beyden Belegungen finde,

de, deſto dünner dürfe er ſeyn, den Durchgang der elektriſchen Materie in einem ſolchen Grade aufzuhalten, der zur Ladung erfordert werde. Und nur auf dieſe Art ſcheine die Zuſammenfügung und der innere Bau der Körper etwas bey der Ladung zu thun.

Hiernächſt ſtellte Wilke dieſen nämlichen Verſuch mit zerſtoßenem Schwefel an. Bey beyden Verſuchen, nämlich den mit zerſtoßenem Glaſe und den mit zerſtoßenem Schwefel, ließ ſich eine merkwürdige Beobachtung, die entgegengeſetzten Elektricitäten in einem geladenen Körper betreffend, anſtellen. Wenn nämlich die belegte Tafel behutſam mit einem ſeidenen Faden erhoben wurde, nachdem die Glas- oder Schwefelſchicht geladen ward, und wenn nachher mit einem kleinen Spaten, der an eine kleine Glasröhre befeſtigt iſt, ein kleiner Haufen von dem zerſtoßenen Schwefel oder Glaſe weggenommen und auf die gewöhnliche Art unterſucht wurde, ſo fand er, daß die obern und untern am Boden liegenden Theile dieſer Schicht entgegengeſetzte Elektricitäten beſaßen. Dieß ſtimmt mit dem bekannten Verſuche mit einer geladenen gläſernen Flaſche völlig überein.

Wilke bemerkt, daß dieſe Elektricität, welche dieſen Körpern mitgetheilt worden ſey, genau von der urſprünglichen Elektricität unterſchieden werden müſſe, die im Spaten hiebey nur durch das Reiben erregt werde, indem man die Materie herausnehme. Dieſe Elektricität ſey zuweilen derjenigen entgegengeſetzt, welche die Theile des geladenen Körpers erhalten hätten. Man könne dieſen Fehler vermeiden, wenn man die Glastheile mit einem kleinen Spaten von Glas, und die Schwefeltheile mit einem kleinen Spaten von Schwefel herausnehme, denn da werde durch das Rei-

Reiben dieser Körper, die alle von einer Art sind, keine Elektricität erweckt.

Dieser Versuch lasse sich leichter und deutlicher anstellen, wenn man gleich nach der Ladung das belegte Bret selbst auf gläserne Füße setze, oder an seidene Schnüre hange. Denn da zeige sich diese entgegengesetzte Elektricität ganz deutlich in beyden Belegungen.

Auf eben diese Art war Wilke im Stande, dichte Schwefeltafeln, Lack- Pech- und Wachstafeln, Papier-, Oel- und Lufttafeln zu laden, und elektrische Schläge herauszuziehen.

Aus diesen Versuchen zieht Wilke folgende Schlüsse:

1. Nicht Glas und Porzellan allein, sondern außer den erwähnten Körpern alle übrige für sich elektrische, und solchergestalt fast alle Körper, lassen sich laden, und geben den elektrischen Stoß.

2. Weil alle Körper, welche den elektrischen Schlag annehmen und zum Beweise desselben Stöße geben, entgegengesetzte Elektricitäten haben, so hielt er diese entgegengesetzten Elektricitäten für ein hauptsächliches Stück bey der Ladung, ohne welche sie nicht zu erhalten ist.

3. Hieraus folge weiter der ziemlich sonderbare Satz, daß auch die flüssigen Körper, z. B. Oel und Luft, diese entgegengesetzten Elektricitäten in ihren besondern Theilen haben müssen, so lange sie im Ladungszustande sind, eben so wie die vorerwähnten Schichten von Glas und Schwefel.

4. Wie

4. Wie nun diese und alle übrige Begebenheiten, welche sich bey der Ladung des Glases zeigen, auch bey allen Körpern zum Vorschein kommen, welche zum Theil für die elektrische Materie ziemlich durchdringlich sind, so kann man auch daraus nicht beweisen, daß das Glas völlig für sie undurchdringlich sey, wie Franklin habe thun wollen.

5. Indessen zeigten die Versuche selbst, daß sich in diesen Körpern etwas befinden müsse, was den freyen Durchgang dieser Materie aufhalte und hindere. Denn weil entgegengesetzte Elektricitäten einander allemal zerstören und aufheben, so könnten sie unmöglich lange in einem Körper dauren, wenn sich in ihm eine freye Communication zwischen allen seinen Theilen, und besonders den äußern Flächen befinde.

6. Dieses Hinderniß könne nicht etwas Unbedingtes seyn, weil wir fänden, daß die Funken oft quer durch diese Körper schlagen, sondern es müsse etwas seyn, das bald im größern, bald im geringern Grade vorhanden seyn könne, weil von den Körpern, die wirklich einen Schlag gäben, und also geladen würden, einige diesen Zustand länger behielten, als andere. Dabey finde man außerdem, daß diejenigen Körper, welche die Ladung am längsten zurückhielten, auch in eben dem Maaße eine stärkere Ladung annähmen. Dieses lasse sich auf keine andere Art erklären, als durch eine leichtere oder schwerere Communication zwischen beyden äußern Flächen, welche sich sehr nach der Dichtigkeit der Körper richte. Bey den flüssigen Körpern, in welchen die Theile die entgegengesetzten Elektricitäten besäßen, und folglich einander anziehen und bald mit einander vermischt wer-

werden können, verschwinde die Ladung eben deßwegen am schnellsten.

7. Als etwas sonderbares müsse hiebey erinnert werden, daß diejenigen Körper, welche die Ladung am längsten zurückbielten, sie auch am langsamsten annähmen, welche sie aber schnell verlören, sie auch eben so schnell bekämen.

Verschiedene merkwürdige Beobachtungen, welche das elektrische Licht betreffen, sind von verschiedenen Elektrisirern in diesem Zeitraume gemacht worden, welche angeführt zu werden verdienen.

Man hatte zwar schon sehr frühzeitig verschiedene Bemerkungen über das elektrische Licht im luftleeren Raume gemacht, allein man hatte noch nicht die gehörige Aufmerksamkeit darauf gerichtet, weil man damals die Natur der Elektricität noch zu wenig kannte. Nach der wichtigen Entdeckung der Anhäufung von Elektricität in der Leydner Flasche richtete Herr Watson [m]) seine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, und entdeckte bey dieser Gelegenheit, daß unsere Atmosphäre, wenn sie trocken ist, die wirkende Ursache sey, daß wir mit Beyhülfe anderer an sich elektrischer Körper die Elektricität in Ladung unelektrischer Körper anhäufen, d. h. denselben eine größere Quantität von Elektricität mittheilen können, als dergleichen Körper von Natur besitzen; und daß, wenn man die Luft wegnimmt, das elektrische Fluidum den luftleeren Raum auf eine beträchtliche Weite durchdringe, und seine Wirkungen auf unelektrische Substanzen, welche den luftleeren Raum begrenzen, äußere.

Er

m) Philos. Transf. Vol. XLVIII. p. 367.

Watſon machte dieß durch einen ſehr ſchönen Verſuch erweislich. Er machte einen gläſernen Cylinder luftleer, welcher 3 Fuß lang war und 3 Zoll im Diameter hatte, mit einem gewiſſen Kunſtgriffe eine meſſingene Platte, ſo weit als es ihm beliebte, in denſelben hinunter zu laſſen, um ſie einer andern an dem Boden des Gefäßes befeſtigten Platte nahe zu bringen. Dieſen alſo zubereiteten Cylinder legte er auf einen elektriſchen Körper, und bemerkte, daß, wenn die obere Platte elektriſirt war, die elektriſche Materie von einer Platte zur andern in der größten Entfernung, zu welcher die meſſingenen Platten gebracht werden konnten, fuhr, und daß die Platte an dem Boden des Cylinders ſtark elektriſirt war, als ob ein Drath dieſelbe mit dem erſten Leiter verbunden hätte. Er verſichert, daß es ſehr ſchön ausgeſehen habe, wenn das Zimmer verfinſtert war, wie die elektriſche Materie durch den luftleeren Raum gieng, und nicht wie in der freyen Luft kleine Büſche oder Pinſel feuriger Strahlen 1 oder 2 Zoll lang, ſondern ein Schießen der ganzen Länge nach und von einer leichten Silberfarbe wahrzunehmen war. Dieſe glänzenden Strahlen fuhren nicht ſofort aus einander, wie in der freyen Luft, ſondern zertheilten ſich oftmals von einer dem Anſcheine nach breiten Grundfläche in kleinere und kleinere Zweige, und ſahen den lebhaften feurigen Strahlen eines Nordſcheins ſehr ähnlich.

Bisweilen bemerkte er, daß, wenn die Luft auf die vollkommenſte Art aus dem Cylinder herausgebracht war, das elektriſche Fluidum zwiſchen den meſſingenen Platten in einem beſtändigen Strome von gleicher Breite ſeiner ganzen Länge nach hin fuhr; welches,

ches, seiner Meynung nach, zu einem Beweise diente, daß der Grund des wechselseitigen Zurückstoßens der Elektricität, das man in freyer Luft wahrnimmt, mehr in dem Widerstande der Luft, als in einer gewissen natürlichen Neigung der Elektricität selbst liege. Denn in der freyen Luft bemerkt man, daß die leuchtenden Büsche bey starker Elektricität so auseinander fahren, daß sie fast eine sphärische Gestalt annehmen.

Diesen luftleeren Raum machte Watson zu einem Theile einer Verbindung, durch welche er eine Phiole entladete; in dem Augenblicke der Explosion nahm er eine Masse sehr hellen zusammengemischten Feuers wahr, welches von der einen messingenen Platte der Röhre nach der andern hinüber fuhr. Dieß fand aber alsdann, wenn die eine Platte weiter als 10 Zoll von der andern entfernt war, nicht statt. War die Entfernung größer, so fieng das Feuer an, aus einander zu fahren, und verlor einen Theil seiner Kraft; und diese Kraft verminderte sich nach dem Verhältnisse seines Auseinanderfahrens, welches beynahe wie die Entfernung beyder Platten war.

Um einen noch vollkommneren luftleeren Raum für den Durchgang der elektrischen Flüssigkeit zu erhalten, benutzte er eine Erfindung des Lord Carl Cavendish, welcher mittelst einer mit Quecksilber angefüllten langen gebogenen und umgekehrten Glasröhre den ganzen gebogenen Theil derselben zum vollkommensten luftleeren Raum machte. Diesen Raum isolirte Watson. Als nun der einen Kapsel des Barometers die Elektricität von der Maschine zugeleitet wurde, so erfüllte, wenn ein unelektrischer Körper die andere Kapsel berührte, das elektrische Feuer die-

ganze 30 Zoll lange Torricelliſche Röhre, und gieng in die andere Queckſilberſäule hinüber, ſo daß man im dunkeln Zimmer, ſo lange als die Maſchine in Bewegung war, einen ununterbrochenen Bogen von ſchießenden Flammen, und zwar, ſo weit als man ihn mit dem Auge verfolgen konnte, ohne das geringſte Auseinanderfahren ſah.

Als er die eine Kapſel mit der Maſchine in Verbindung brachte, welche iſolirt war, ſo fuhr das elektriſche Feuer in einer entgegengeſetzten Richtung durch den luftleeren Raum. Dieſe Erſcheinung betrachtete er als den Kreuzverſuch, oder als eine Folge aus den beyden vorher zum Grunde gelegten Sätzen; nämlich, daß die Elektricität dem Leiter nicht durch den elektriſch gemachten Körper, ſondern von den unelektriſchen Körpern, welche das Reibzeug berühren, mitgetheilt werde; und daß wir im Stande ſind, entweder von derjenigen Quantität der elektriſchen Materie, welche die Körper von Natur enthalten, etwas abzunehmen oder zu derſelben hinzuzuthun.

Auch bemerkte er, daß, wenn unter vorerwähnten Umſtänden die Hand einer auf dem Fußboden ſtehenden Perſon der Seite des Glaſes nahe gebracht ward, die Strahlen von ſelbſt unter mancherley Geſtalten eben dahin fuhren, welches ſehr artig ausſah.

Jedoch fand Watſon, daß auch dieſer luftleere Raum nicht ſo vollkommen, wie Metall oder Waſſer, die Elektricität leitete, weil jemand, der auf dem Fußboden ſtand und ſeinen Finger an die obere meſſingene Platte hielt, einen ſchmerzhaften Schlag bekam. Dieß rührte, ſeiner Meynung nach, daher, daß die Elektricität des Meſſings um ſo viel

ver-

verdünnter war, als die Elektricität derjenigen Person, welche ihren Finger daran hielt.

Wilson gab Smeaton Veranlassung, einige Versuche im luftleeren Raume der von ihm erfundenen Luftpumpe anzustellen. Seine Bemerkungen, welche er Herrn Wilson meldete, sind folgende [n]).

Ein gläsernes Gefäß, welches ungefähr 1 Fuß lang war und 8 Zoll in seinem größten Durchmesser hatte, und an beyden Enden offen war, war an dem einen Ende mit einem messingenen Ringe verschlossen, welcher einen von den Mittelpunkten ausmachte, worauf es sich umdrehete; das andere Ende war mit einer Metallplatte verschlossen. In der Mitte dieser Platte befand sich ein viereckter Stiel, welcher in einen Drehbaum gesteckt ward, wodurch das Glas eine Umdrehung erhalten konnte. An der einen Seite der letzten Platte war ein Loch, worin sich ein Kork befand, vermittelst dessen das Glas auf die Luftpumpe aufgeschraubt ward.

Als die Luft in dem Glase ohngefähr 500 mal verdünnt und nachher das Glas an dem Drehbaum herumgedreht wurde, während dasselbe zugleich mit seiner Hand gerieben ward, kam eine beträchtliche Quantität schweifender Flamme, worin sich alle Regenbogenfarben zeigten, zum Vorschein. Dieses Licht war in jeder Absicht ziemlich beständig, außer daß jeder Theil desselben immerfort eine andere Farbe annahm.

Wenn etwas Luft in das Glas hineingelassen ward, so erschien das Licht weit lebhafter, und in grö-

n) *Wilson's* essay. p. 216.

größerer Menge; jedoch war es nicht ſo anhaltend, denn es brach zum öftern in eine Art von Glanz, gleich dem Blitze, aus, und flog in dem Glaſe hin und her. Ward etwas mehr Luft hinein gelaſſen, ſo war das Leuchten unaufhörlich, und es ſchienen Ströme eines bläulichen Lichts unter ſeiner Hand innerhalb dem Glaſe unter tauſenderley Geſtalten mit ſehr großer Geſchwindigkeit heraus zu fahren, die wie ein Waſſerfall von Feuer ausſahen. Bisweilen ſchien es in Geſtalt von Bäumen, Moos u. ſ. f. auszuſchlagen.

Ward noch mehr Luft hinein gelaſſen, ſo verminderte ſich die Menge des Lichts, und die Ströme, welche die Lichtflammen ausmachten, wurden ſchmäler. Das Glas erforderte nunmehr eine größere Geſchwindigkeit beym Umdrehen, und ein ſtärkeres Reiben. Dieſe Umſtände nahmen zu, je mehr Luft hinein gelaſſen ward, ſo daß alsdann, wenn das Glas $\frac{1}{3}$ voll Luft war, das Glänzen ganz und gar verſchwand, und eine weit geringere Menge Licht theils innerhalb theils außerhalb dem Glaſe zu ſehen war. Und wenn endlich alle Luft wieder hineingelaſſen war, ſo erſchien das Licht gänzlich außerhalb dem Glaſe, und in weit geringerer Menge, als wenn das Glas zum Theil luftleer war.

Als Canton °) Watſon's Verſuch mit der Torricelliſchen Röhre wiederholte, bemerkte er einen gewiſſen Umſtand dabey, welcher über die Leydner Flaſche ein helles Licht verbreitet. Er beobachtete nämlich, daß, wenn die durch Reiben elektriſch gemachte Röhre der einen Kapſel dieſer iſolirten Maſchine nahe gebracht ward, über die Hälfte des luftleeren Raums leuch-

o) Philoſ. Tranſ. Vol. XLVIII. P. I. p. 356.

leuchtete; welches Licht aber bald wieder verschwand, wenn die Röhre nicht näher gebracht ward, hingegen alsdann wieder zum Vorschein kam, wenn dieselbe weiter zurückgezogen ward; und daß sich diese Erscheinung verschiedene mal wiederholen ließ, ohne daß die Röhre durch neues Reiben elektrisch gemacht zu werden brauchte.

Diesen Versuch betrachtete er als einen offenbaren Beweis der Richtigkeit der Franklin'schen Lehrmeynung, daß, wenn die Elektricität auf der einen Seite des Glases verdichtet werde, sie von der andern, wofern sie keinen Widerstand antrifft, zurückgestoßen würde. Daher nahm er an, daß bey Annäherung der elektrisch gemachten Röhre das elektrische Fluidum von der den luftleeren Raum umgebenden inwendigen Seite des Glases zurückgestoßen, und durch die Quecksilbersäule hindurch weggeführt würde, bey Zurückziehung der Röhre aber wieder zurückkehrte.

Diesen Versuch zeigte und erklärte Canton dem Herrn Wilson, welcher denselben nachher weitläuftiger ausführte in einem von ihm und Herrn Hoadly gemeinschaftlich unter dem Titel: Observations on a series of electrical experiments, herausgegebenen Buche, wo er in einer Anmerkung S. 28. sagt: Canton habe dieses Verschwinden und Zurückkehren des Lichts wahrgenommen. Diese beyden Herren, Canton und Watson, scheinen nicht gewußt zu haben, daß diese Beobachtung der Zurückkunft des elektrischen Lichts im luftleeren Raume schon vor Entdeckung der Leydner Flasche Herr Grummert zu Biala in Pohlen, wie bereits schon oben angeführt worden, gemacht hatte.

Seitdem ſtellte Canton dieſen Verſuch mit veränderten Umſtänden an, indem er die elektriſch gemachte Röhre an eine andere ausgepumpte und hermetiſch verſiegelte Glasröhre brachte, wodurch er die vollkommene Erſcheinung eines Nordſcheins darſtellte. Die Flamme fuhr von dem einen Ende in ungleichen Zeiträumen beynahe eine Viertelſtunde nach einander nach dem andern Ende, ohne daß die elektriſch gemachte Röhre aufs neue daran gehalten werden durfte.

Wilſon gedenkt in einem der königlichen Societät am 6. Dec. 1759 vorgeleſenen Aufſatze eines Verſuchs, welcher es ſeiner Meynung nach außer allem Zweifel ſetzen ſollte, daß die glasartige Elektricität wirklich poſitiv, und die harzige negativ wäre, wie in der That durchgängig angenommen ward.

Bey Nachahmung des vorerwähnten und von Cavendiſh zuerſt erdachten Verſuchs nahm er einen gewiſſen Umſtand wahr, welchen Watſon, der die Nachricht davon ertheilte, überſehen zu haben ſchien. Es war dieſes nämlich eine ſonderbare Erſcheinung von Licht auf der einen Oberfläche des Queckſilbers.

Um dieſe merkwürdige Erſcheinung um ſo viel beſſer beobachten zu können, ließ Wilſon etwas Luft in die Röhre hinein, wodurch er vier Queckſilberſäulen, und mithin ſechs ſichtbare Flächen in dem einen Schenkel der umgekehrten Röhre bekam. Hierauf elektriſirte er das Queckſilber in dem andern Schenkel, während das Queckſilber auf der entgegenſtehenden Seite eine Verbindung mit der Erde hatte, und bemerkte, daß im dunkeln Zimmer der Strom des elektriſchen Lichts die ganze Länge des luftleeren Raums hindurch ſichtbar war, und die allgemeine

Erſchei-

Erscheinung desselben von gleichförmiger Dichtigkeit zu seyn schien, an den obern Flächen jeder Säule ausgenommen, als woselbst ohngefähr $\frac{1}{10}$ Zoll über der Oberfläche das Licht allemal weit heller war, dergleichen hingegen an den untern Flächen nicht zu bemerken war, indem vielmehr das Licht an diesen Orten weniger hell, als bey der allgemeinen Erscheinung des ganzen erleuchteten luftleeren Raums, aussah.

Diesen hellen Schein schrieb Wilson dem Widerstande zu, welchen das Fluidum auf der Oberfläche des Queckſilbers bey der Bemühung, sich in dasselbe hinein zu begeben, antrifft. Daher schloß er daraus, daß elektrisch gemachtes Glas die Körper positiv elektrisire, oder ihnen eine größere Quantität elektrischer Flüssigkeit, als sie von Natur haben, mittheile.

Als er an demselben Orte mit einem Cylinder von Harz, anstatt des gläsernen, elektrisirte, zeigten sich die Lichterscheinungen insgesammt an den untern Flächen der Queckſilbersäulen; woraus er die Folge zog, daß Harz die Körper negativ elektrisire, indem es sie eines Theils der elektrischen Flüssigkeit, welche sie von Natur besitzen, beraube, oder, wie er sich ausdrückt, einen Strom der elektrischen Flüssigkeit veranlasse, den entgegengesetzten Weg zu nehmen.

Diese Lichterscheinungen betrachtete Wilson auch als eine starke Bestätigung des Daseyns einer Zwischenmaterie auf oder nahe an den Oberflächen der Körper, welche den Ein- oder Austritt der elektrischen Flüssigkeit hinderte. Eine Lehre, welche Wilson aufgebracht hatte, und worauf er sich bey verschiedenen andern Gelegenheiten gründet [p]).

Die

p) Philos. Transs. Vol. LI. P. I. p. 308.

Die Gründe, welche Wilſon zum Beweiſe des gewöhnlich angenommenen Satzes, daß Glas mehr, und Schwefel weniger, elektriſch mache, für einleuchtend hielt, befriedigten dem Aepinus nicht, ungeachtet er eingeſteht, daß die hellen Büſchel in dem luftleeren Raume, in Vergleichung mit verſchiedenen andern Erſcheinungen, einen wirklichen Unterſchied zwiſchen den beyden Arten von Elektricität beweiſen. Er glaubt, daß es ſehr leicht zu begreifen ſey, daß, wenn eine elaſtiſche Flüſſigkeit aus einem Körper herausgeht, dieſelbe nahe an der Oberfläche, wo ſie herauskommt, allerdings weit dichter ſeyn müſſe, als da, wo ſie mehr Freyheit findet, ſich auszubreiten, und bemerkt, daß er bey Erzählung des Verſuchs mit der gebogenen Röhre, in ſeinem Schreiben an Herberden, einige die Begebenheit begleitende Erſcheinungen, welche die von ihm vorgetragene Lehre ungemein begünſtigten, ausgelaſſen habe. Wofern man, ſagt er, nachdem Glas elektriſirt und an die erſte Queckſilberſäule gehalten worden, das elektriſche Fluidum längs der Röhre, bloß in geringer Menge und in kurzen Zwiſchenzeiten, gehen läßt, ſo ſieht man kleine helle Ströme von der erſten Queckſilberſäule nach der zweyten, und mithin von dem Glaſe, ſich bewegen. Eben dergleichen Erſcheinungen, jedoch in entgegengeſetzter Richtung, bemerkt man, wenn man Harz oder Bernſtein nimmt, und an dieſelbe Säule hält. Glas alſo, ſchließt er, macht mehr elektriſch, oder füllt Körper mit mehr elektriſcher Flüſſigkeit an, als ihnen von Natur gehört, Harz hingegen weniger [q]).

Prieſt-

q) Philoſoph. Tranſact. Vol. LIII. p. 438. 441.

Priestley bemerkt, daß hiebey eine Täuschung vorgegangen sey; denn Canton habe ihm benachrichtigt, daß er gefunden habe, daß das Licht, welches Wilson als auf der einen Oberfläche des Queckſilbers in dem doppelten Barometer des Lord Cavendish erscheinend wahrgenommen hat, und welches Wilson für einen Beweis der Gegenwart einer Zwischenmaterie auf den Oberflächen der Körper ansieht, welche den Ein- oder Austritt der elektrischen Flüssigkeit einiger Maaßen hindert, daß dieses Licht, mit einem Worte, durch nichts anders, als gemeine Luft verursacht worden sey. Denn ist die Torricellische Röhre auf gehörige Art gemacht, so ist auf den Oberflächen der Queckſilbersäulen kein Unterschied des Lichts wahrzunehmen; sobald aber so viel Luft in den leeren Raum hinein gelassen wird, daß dadurch jede Queckſilbersäule einen Viertelszoll kürzer wird, als die Säule eines guten Barometers, so erscheint so viel Licht, als Wilson beschrieben hat. Als Wilson annahm, daß Watson, als er den Versuch mit der Torricellischen Röhre anstellte, auf die besondere Erscheinung des Lichts auf einer der Oberflächen des Queckſilbers nicht Acht hatte, so vermuthete er nicht, daß, wenn die Leere, welche Watson machte, völlig luftleer war, keine dergleichen sonderbare Erscheinung des Lichts statt hatte, worauf er hätte aufmerksam seyn können. Luft, fügt Canton hinzu, muß nothwendig nahe an der Oberfläche aller sie anziehenden Körper verdichtet seyn, und hindert daher einiger Maaßen den Aus- oder Eintritt der elektrischen Flüssigkeit, ausgenommen, wenn die Körper sehr scharf zugespitzt sind.

Wilke r) machte verſchiedene merkwürdige Beobachtungen über das elektriſche Licht. Als er zwey Stücke Glas im Finſtern an einander rieb, ſo bemerkte er ein ſehr lebhaftes Phosphor ähnliches Licht, welches jedoch keine Strahlen von ſich warf, ſondern an demjenigen Orte, wo es zum Vorſchein kam, feſt ſaß. Es war mit einem ſtarken Phosphorgeruche, aber mit keinem Anziehen oder Zurückſtoßen begleitet. Aus dieſem Verſuche folgerte er, daß Reiben allein keine Elektricität hervorbringe, ſo daß ſie auf irgend einen Körper angehäuft würde, ſondern daß, wenn dergleichen Wirkung entſtehen ſoll, die an einander geriebenen Körper in Anſehung der Art ihres Anziehens der elektriſchen Materie von verſchiedenen Beſchaffenheiten ſeyn müſſen. Ueberdem glaubte er, daß alle Beyſpiele des phosphoriſchen Lichts ohne Anziehen von derſelben Erregung der Elektricität, ohne Anhäufung derſelben, herrührten. Dieſe Bewandtniß hatte es, ſeiner Einbildung nach, mit dem aus dem Bologneſer Steine, Ofenbruche, faulen Holze, zerſtoßenen Zucker und allen Arten von Glas fahrenden Lichte.

Eine mit einem wollenen Tuche, welches mit weißem Wachs oder Oel überſtrichen war, elektriſch gemachte Röhre gab, ſeiner Verſicherung nach, Flammen von ſich; und bey näherer Unterſuchung einer jeden derſelben fand ſich, daß ſie aus einer kleinen Beule von Feuer hervorkam. An dem Orte ihres Urſprungs war die Flamme einzeln und ſchmal; weiter von der Röhre aber theilte ſie ſich in verſchiedene Zweige, welche ſich allemal nach denjenigen Theilen der

r) De electricitatibus contrariis. Roſt. 1757. 4.

der Röhre, welche am wenigsten elektrisch geworden waren, oder nach benachbarten Leitern neigten.

Wenn er einen Finger oder andere unelektrische Körper an einen negativ elektrisch gemachten Körper hielt, so kam ein Lichtkegel zum Vorschein, wovon der unterste breite Theil am Finger oder am andern unelektrischen Körper, und die Spitze an dem elektrischen war. Bisweilen sah er feurige Theilchen seitwärts aus einem irregulairen elektrischen Funken fahren, welche wie Sterne schimmerten, und denjenigen sehr ähnlich waren, welche durch das Zusammenschlagen des Feuersteins und Stahls hervorgebracht werden.

Als er verschiedene Kugeln an seinen Leiter hieng, und andere, welche bisweilen von Glas und bisweilen von Metall waren, daran hielt, und dieselben auf alle nur mögliche Art veränderte, so nahm er allemal wahr, daß das Licht zwischen denselben einen Kegel darstellte, wovon der untere Theil allemal an dem positiv- und die Spitze an dem negativ-elektrischen Körper befindlich war. Dieses Kennzeichen hält er für hinlänglich, die beyden Elektricitäten von einander zu unterscheiden.

Er bemerkte an der Spitze eines aus positiv-elektrisch gemachten spitzigen Körpern hervorkommenden Kegels einen cylindrischen Funken, aus welchem helle Strahlen gleich einem Flusse hervorschossen. Diese Strahlen stellten einen hellen Kegel dar, dessen oberer Theil nach der Spitze zu, woselbst das Feuer hervorkam, gekehrt war. Bisweilen fand sich an oder in einiger Entfernung von dem obern Theile eine helle Spitze, welche Hausen das Feuer der zweyten Art nennt, woraus Feuerströme hervorschossen. Die

Ströe

Ströme kamen niemals aus dem elektriſirten Körper ſelbſt, ſondern beſtändig aus dieſer hellen Spitze hervor. Ferner ſagt er, daß dieſe helle Spitze an dem äußerſten Ende eines elektriſirten und helle Strahlen von ſich gebenden Körpers das Unterſcheidungszeichen des poſitiven Kegels ausmache.

Ein negativer Kegel, behauptet er, iſt klein, und beſteht aus dünnen Fäſerchen, welche ſich unmittelbar an die Spitze, woſelbſt das Licht hineintritt, oder an ihre Seiten anhängen, und, wenn man ſie genau unterſucht, kleine Kegelchen, deren unterſte breite Theile auf dem Körper ruhen, darſtellen.

Wenn er nachher auf die Betrachtung der Urſache der negativen Lichtkegel kommt, ſo geſteht er, daß er ſelbſt nicht wiſſe, wie er es erklären ſolle.

Wilke that Urin- oder ſogenannten engliſchen Phosphor auf einen zugeſpitzten Körper, welcher im Finſtern alles ſichtbar machte, und als er dieſen zugeſpitzten Körper ſenkrecht hieng, ſah er die Phosphordämpfe gerade in die Höhe ſteigen; als er ihn aber in derſelben Richtung hangend elektriſirte, zogen ſich die Dämpfe niederwärts, und ſtellten einen ſehr langen Kegel dar, welcher aus der Mitte des Kegels des elektriſchen Lichts hervorkam, als welcher ganz deutlich davon unterſchieden werden konnte. Wenn er mit dem Elektriſiren aufhörte, ſo ſtiegen die Phosphordämpfe, wie anfänglich, wieder in die Höhe. Aus dieſer Niederdrückung der phosphoriſchen Ausflüſſe ſchließt Wilke auf den Ausfluß der elektriſchen Materie aus der Spitze und der Oberfläche, und nicht bloß durch die Subſtanz des ſpitzigen Körpers hindurch.

Daß die elektriſche Materie nicht bloß aus der Subſtanz elektriſirter Körper, ſondern auch aus ihrer Ober-

Oberfläche herausfließe, glaubte Wilke daraus erweißlich zu machen, daß ein metallener Ring, welchen man noch so wenig über die Spitze eines Draths, worauf man ihn gelegt hat, hinweg schleudert, die Erscheinung der leuchtenden Spitze verhindert.

Wenn er eine nicht elektrisirte Spitze einer positiv elektrisirten entgegenstellte, so waren dergleichen Lichtkegel, welche in andern Fällen auf beyden Spitzen erscheinen, nicht zu sehen; wenn er aber einen positiven Kegel einem negativen entgegenstellte, so behielten sie beyde ihre eigenthümliche sie unterscheidende Eigenschaften.

Nach der Zeit hielt es Wilke*) der Mühe werth, seine Versuche mit dem englischen Phosphor weiter zu verfolgen, um auch das Verhalten desselben bey entgegengesetzten Elektricitäten zu prüfen. Hier fand er, daß auch schon vor ihm Winkler dergleichen Versuche ausgeführt habe.

Herrn Wilke's erste Aufmerksamkeit gieng dahin, zu untersuchen, ob die phosphorischen Dünste für sich eine eigene ursprüngliche Elektricität besäßen. Allein er hatte nie bemerkt, daß sie von elektrischen Körpern abgestoßen wurden, daß sie sich solchen näherten, die der Elektricität zu Leitern dienen, oder, daß sie sonst das geringste Zeichen einer elektrischen Kraft in den Körpern, von welchen sie aufstiegen, oder bey welchen sie im Aufsteigen vorbey fuhren und sie berührten, äußerten, ob diese gleich zur Beybehaltung der Elektricität eingerichtet waren und auf Glas oder Seide ruheten. Indessen, sagt

*) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XX. S. 207. f. der deutsch. Uebers.

ſagt er, laſſe ſich nicht läugnen, daß ihr Schein von eben der Urſache herrühren möchte, die bey gewiſſen Gelegenheiten die elektriſche Materie leuchtend und ſichtbar mache.

Er zieht hieraus die Folge, daß dieſe Phosphordünſte von elektriſchen Körpern angezogen werden. Wenn ſie wie leuchtende Wolken in der Luft ſchweben, und eine elektriſche Glasröhre gegen ſie geführt wird, ſo werden ſie wohl ein wenig von der Bewegung der Luft zerſtreut, aber ſie ſtreichen doch ungeſtört den elektriſchen Körpern vorbey, ohne daß man ein merkliches Anziehen gegen dieſelben wahrnimmt. Wenn hingegen der elektriſche Körper nahe an den Körper geführt wird, von welchem die Dünſte aufſteigen, und dieſe letztern in des erſten Atmoſphäre die entgegengeſetzte Elektricität haben bekommen können; ſo werden auch die Dünſte deutlich gezogen, ſo daß ſie wie ein Strom gegen und an den elektriſirten Körper fahren. Auf ſolche Art laſſe ſich alſo nicht mit Gewißheit ſagen, ob die Dünſte ſelbſt gezogen werden, oder ob ſie nur den Bewegungen folgen, welche zwiſchen dieſen Körpern in der elektriſchen Materie und in der Luft entſtehen. Eben das ließe ſich bey allen andern leichten Körpern einwenden, welche auf andern Körpern ruhen, und nach der letzten Beſchaffenheit ſtärker oder ſchwächer gezogen werden. Wie man aber von dieſen gleichwohl ſage, daß ſie angezogen würden, ſo ließe ſich ſolches wohl mit eben dem Rechte von dieſen Dünſten ſagen.

Auch nehmen phosphoriſche Ausdünſtungen die Elektricität von andern Körpern in ſich, rauben ſie, und leiten ſie ab, wie elektriſche Körper thun. Ein Stückchen Papier, das an Seide hieng und

mit

mit Phosphor bestrichen war, ward nicht so gleich und beständig von der Glasröhre zurückgestoßen, nachdem es bestrichen war, als zuvor, ehe diese raubenden Dünste davon aufstiegen. Eine eiserne Kugel, die an Seide hieng, nahm auf eben diese Art weder so starke Elektricität an, noch behielt sie sie auch so lange, als zuvor, nachdem sie mit den ableitenden Dünsten war bestrichen worden. Hiebey bemerkt er noch, daß er nie habe wahrnehmen können, daß diese Dünste wieder andern Körpern die Elektricität überließen, die sie gleichwohl angenommen und fortgeführt hätten, ob er gleich zu ihrer Beybehaltung und Aufnahme viele Körper eingerichtet habe. Sollten sie wohl, frägt er, diese Elektricität gleichsam binden und in sich saugen? oder, welches glaublicher sey, werde nicht die wenige Elektricität, die sie empfangen, von der Luft abgeleitet?

Wenn die Phosphordünste zugleich mit dem Körper, von dem sie aufstiegen, elektrisirt wurden, so wurden sie davon weggetrieben, und folgten auf eine merkwürdige Art den Bewegungen, in welche die elektrische Materie und die Luft gesetzt wurden. Er bewies dieß durch folgende Versuche.

Ein oben halbrunder Polirstock ward auf eine gläserne Glocke gestellt, und am obern Theile mit Phosphor bestrichen, welcher einen starken und gleich aufsteigenden leuchtenden Dampf gab. So oft eine wohl geriebene Stange Glas oder Schwefel gegen den untern Theil des Stocks geführt ward, brach der Phosphorrauch viel häufiger heraus, und zugleich wurden einige lange und gleichausfahrende Strahlen herausgetrieben, die sich aus dem übrigen Raume heraus erstreckten. Diese entstanden bey einigen Ungleich-

gleichheiten des Stocks, und ihre Anzahl ließ sich vermehren, wenn man auf ihn einige eckigte Stücke Bley legte. Ward derselbe Stock mit einer starken Glaskugel elektrisirt, so zerstreuete sich der Phosphordunst geschwind, und die Flecken selbst verschwanden oft gänzlich.

Ein schmaler und an den Enden abgerundeter Papierstreifen ward, mit Phosphor bestrichen, und an eine dünne Glasröhre befestigt. An dessen einem Ende ward eine elektrisirte Glas- und Schwefelstange vorbeygeführt, welche die Elektricität im Papiere erregte, wobey die ausgehenden Dünste sehr häufig in zwey verschiedenen Strömen ausbrachen, von welchen der eine sich wandte und an die elektrisirende Stange fuhr; der andere an der abgewandten Seite in entgegengesetzter Richtung davon. Was für eine Gestalt auch das Papier haben mochte, so entstanden immer zugleich zwey solche in entgegengesetzten Richtungen davon ausfahrende phosphorische Büschel.

Noch angenehmer zeigte sich diese Erscheinung, wenn eine an beyden Enden zugespitzte, einige Zoll lange, und etwas dicke eiserne Stange an die Glasröhre befestigt, mit Phosphor bestrichen, und die wohl geriebene Glas- oder Schwefelstange bey einer Spitze derselben vorbeygeführt ward. Beyde Spitzen schossen alsdann, außer dem gewöhnlichen elektrischen Feuer, zwey lange phosphorische Strahlen aus, von welchen einer gegen die Stange zuströmte, der andere in entgegengesetzter Richtung in die freye Luft hinausstrich. Diese Strahlen entstanden und verschwanden allemal zugleich mit einander und mit den elektrischen Feuerbüscheln; aber sie strömten immer fort, so lange noch etwas Phosphor übrig war, wenn die Spitze

gegen

gegen einen Körper gekehrt ward, der von der Elektrisirkugel eine gleiche und beständige Elektricität bekam.

Eine große mit Spiegelfolie überzogene Kugel ward an die Leiter gehängt, und in einem hohen Grade mit einer guten Kugel elektrisirt, nachdem auf der einen Seite derselben ein Fleck, einen Reichsthaler groß, mit Phosphor bestrichen war. Die Elektricität zerstreuete die von diesem Fleck ausgehenden Dünste so stark, daß nicht nur diese Dünste, sondern oft der Fleck selbst verschwanden, welche gleichwohl sogleich wieder ihren vorigen Schein bekamen, wenn das Elektrisiren aufhörte. Wenn während des Elektrisirens Funken mit dem Finger oder einem Schlüssel an dieser Stelle herausgezogen wurden, so wurde auch, indem dieser Funken schlägt, der ganze Fleck sichtbar, und man bemerkte deutlich die davon schnell ausfahrenden Dünste, zum Beweise, daß das elektrische Feuer diese Dünste gleichsam entzündet und belebt, welche durch das Zurückstoßen so stark zerstreuet würden, daß sie nicht mehr sichtbar blieben.

Der Glanz dieser phosphorischen Dünste scheint, nach Wilke, oft von der elektrischen Kraft zu verlöschen, welches davon herrührt, daß sie durch das Zurückstoßen zerstreuet werden, und mithin nicht dicht und gesammlet genug sind, unserm Auge sichtbar zu werden. Hiebey wirkt die elektrische Kraft nur so, wie ein starkes Blasen mit dem Munde wirken würde, daher verlöscht auch dieser Glanz, wenn der Wind von der Spitze die Dünste zerstreuet. Dagegen ist das elektrische Feuer selbst im Stande, den Glanz zu befördern, und die Dünste gleichsam stärker und häufiger anzuzünden. Die Bewegungen aber, in welche die-

ſe Dünſte nach den vorigen Verſuchen geſetzt werden, ſcheinen zu beweiſen, daß eine gewiſſe Materie wirklich von allen Spitzen ausfährt und die Luft in eine gewiſſe nach den Umſtänden eingerichtete Bewegung ſetzt, welche dieſe Dünſte ſichtbarlich vor Augen ſtellt. Daher iſt es vermuthlich der Luftſtrom allein, welcher die Dünſte mit ſich führt, nachdem er durch die von der Spitze ausfahrende elektriſche Materie fortgetrieben iſt.

Weil alſo die Phosphordünſte beſonders an Spitzen eine ſtarke Bewegung erhalten, ſo hielt er es der Mühe werth, genauer zu unterſuchen, wie es damit zugehe. Alle Theorien, ſagt Wilke, kommen darin überein, daß von poſitiven Spitzen eine ſubtile Materie ausfließt; aber von den negativen werde es nicht ſo leicht zugeſtanden. Er glaubt, daß neue Verſuche nöthig ſind, um auszumachen, ob die negativen Spitzen die elektriſche Materie in ſich ziehen, oder von ſich ausſprützen. Er traut ſich zu, durch folgende Verſuche mit Phosphor mehr als wahrſcheinlich zu machen, daß ſie wirklich den poſitiven gleich ſind, und einen elektriſchen Wind von ſich blaſen.

Am Ende eines großen Leiters von verzinntem Eiſenbleche ward eine eiſerne Spitze, die mit Phosphor beſtrichen war, befeſtigt, welche zugleich mit dem Leiter vermittelſt einer ſtarken Glaskugel poſitiv elektriſirt ward. Hiebey wurden nun folgende Umſtände wahrgenommen:

1. Der Phosphorglanz, welcher die ganze Spitze umgab, verſchwand, ſo daß das Eiſen ſelbſt im Dunkeln nicht mehr zu erkennen war. Dies ereignete ſich doch nicht allezeit, zumal wenn der Phosphor zu häufig oder dick aufgeſtrichen war.

2. Die

2. Die gewöhnlichen gegen 2 Zoll langen positiv elektrischen Feuerbüschel breiteten sich recht schön aus, und zugleich ward von der Spitze ein langer Phosphorstrahl ausgetrieben, der bey der Spitze ganz schmal war, aber sich immer erweiterte, und, da er bis eine Elle weit in der Luft fortgegangen war, dicke ward, sich stemmte und zertheilte, wie ein leuchtender Rauch auf die Art, als würde er durch eine enge Oeffnung fortgetrieben.

3. Gegen die Hand, oder eine andere unelektrische Fläche, stößt dieser Feuerstrahl gleichsam an, und breitet sich nach allen Seiten aus. Wenn aber der Körper von eben dem Leiter elektrisirt ist, so wird der Strahl davon zurück und gegen die Spitze getrieben.

4. Führt man einen ableitenden oder negativen Körper an der Seite gegen den Strahl, so wird er davon angezogen; aber er flieht diesen Körper und weicht ihm aus, wenn er gleichartige positive Elektricität hat.

5. Der Wind aus einem Handblasebalge vermindert und ändert den elektrischen Feuerbüschel wenig, treibt aber den Phosphorstrahl nach einer Gegend, nach welcher man will, und zerstreuet die Dünste.

6. Mit dem Elektrisiren hört auch das elektrische Feuer auf, und zugleich der Phosphorstrom, wovon die Seiten der Spitzen von neuem zu leuchten anfangen, und die Dünste, welche zuvor den langen Strahl ausmachten, davon aufsteigen.

7. Dieser Phosphorstrahl ward nie über 3 Fuß lang ausgetrieben, dagegen man noch deutliche Wirkungen und Mittheilungen der elektrischen Kraft nach dieser Spitze an einer Metallplatte bemerkte, die an

einem ſeidenen Faden hieng, und 10 bis 12 Fuß entfernt war.

8. Hielt man einen mit Phosphor beſtrichenen Körper gegen die unbeſtrichene Spitze, ſo wurden die davon aufſteigenden Dünſte in einen langen Strahl fortgetrieben, als bliese man darin durch ein enges Rohr.

9. Eben die Spitze, wenn ſie vom Leiter weggenommen und an einen kleinen Glaspfeiler befeſtigt, auch durch eine kleine Kette in einer großen Entfernung vom Leiter elektriſirt ward, gab keinen ſo ſtarken und langen Strahl von ſich, als zuvor innerhalb des Leiters eingeſchränkten Atmoſphäre.

10. Wenn gegen den von der Spitze ausfahrenden Strahl ein an beyden Enden ſpitziger und auf einen Glaspfeiler befeſtigter Stahldrath geſtellt ward, ſo folgte der Phosphorſtrahl ſelbigem längshin, und erregte an deſſen vorgekehrter Spitze einen dergleichen ausfahrenden leuchtenden Strom, wie vorhin.

Um die Spitze negativ zu elektriſiren, ſtellte er ſich ſelbſt auf einen Schemel mit Glasfüßen, rieb die Kugel mit der Hand, und ließ an der andern Seite eine zuführende Kette an die Glaskugel hängen. Mit dieſer negativ elektriſirten Spitze ſtellte er alle vorhin bey den poſitiven Spitzen beſchriebenen Verſuche an, und der Erfolg davon glich den vorigen ſo vollkommen, daß er oft ungewiß war, ob er wirklich negative Leiter bey den Spitzen gebraucht hatte. Der elektriſche Büſchel war allezeit ſehr kurz, und glich oft nur einem leuchtenden Punkte; aber die Phosphorſtrahlen ergoſſen ſich, wie vorhin, über 1 Fuß weit von der Spitze.

Ward

Ward der Versuch mit unelektrischen Spitzen angestellt, welche mit Phosphor bestrichen und mit der Hand gegen den Leiter geführt wurden, so fuhr der Phosphorstrahl heraus, und wendete sich nach dem Leiter, von welchem der ausgetriebene Rauch gezogen ward. Die Ursache davon war keine andere, als daß diese Spitzen, wie alle andere Körper innerhalb der Atmosphäre des Leiters, wirklich eine Elektricität erhalten, welche derjenigen entgegengesetzt ist, die der Leiter besitzt. Daher treiben sie den phosphorischen und elektrischen Strom aus, welcher als ungleichartig vom Leiter angezogen wird; daher auch diese Strahlen etwas stärker und länger sind, wenn die Spitze positiv und der Leiter negativ ist, als wenn umgekehrt der Leiter positiv und die Spitze negativ ist.

Aus diesen Versuchen schloß Wilke, daß von allen Spitzen Phosphorströme ausgehen, und da dieses von den Dünsten herrühre, die auf die Seiten der Spitzen gestrichen sind, so müsse man es nothwendig ansehen, als würden sie von den Spitzen ausgetrieben. Nach seiner Meynung wird 1. von allen Spitzen, sie mögen positiv oder negativ elektrisch seyn, eine feine elektrische Materie von gleicher oder ungleicher Art ausgetrieben. Diese mit einiger Stärke wie ein Wind fortströmende Materie setzt 2. die Luft, welche die Spitze umgiebt, in Bewegung, und treibt sie fort, welche Bewegung gleichfalls wie ein kalter Wind mit der Hand gefühlt wird und so stark ist, daß ein schwaches Licht davon ausgeblasen wird, und merkliche Gruben in Wasser, Oel u. d. g. gedruckt werden. Wie nun 3. die von der Spitze aufsteigenden Dünste in dieser Luft schweben, und die Luft von allen Seiten nach der Spitze zu schießt, wenn die dabey be-

ſindliche fortgetrieben wird; ſo folgen auch die leuchtenden Dünſte dieſem Luftſtrom, und machen deſſen Weg ſichtbar. Dieſe Verſuche geben, ſagt er, eine beträchtliche Schwierigkeit gegen Franklin's Theorie der negativen Elektricität: daß ſolche nur eine Beraubung und Mangel ſey, womit gleichwohl ſo viele andere Verſuche übereinſtimmten. Um nun beſſer von der Richtigkeit der vorhergehenden Verſuche zu urtheilen, ſo brachte er alle verſchiedenen Spitzen paarweiſe zuſammen, und fand, daß dieſe Verſuche noch mehr beſtätigten, was die vorigen zu glauben veranlaßt hatten.

Es wurden zwey völlig gleiche eiſerne Stängelchen nach vielen Verſuchen ſo eingerichtet, daß ihre Spitzen ſo viel als möglich gleich ſtarke Feuerbüſchel gaben, wenn ſie elektriſirt wurden. Sie wurden jede auf ihren Glaspfeiler befeſtigt, und konnten in einer Glashülſe auf- und abgeſchoben werden, ließen ſich auch nach Gefallen gegen einander ſtellen. Am andern Ende ließ ſich eine Kette befeſtigen, wodurch ſie mit dem Leiter oder Fußboden verbunden, und alſo elektriſirt oder ableitend wurden. Beyde Spitzen wurden mit Phosphor beſtrichen und bekamen zugleich die Elektricität von eben dem Leiter. Da fand ſich

1. daß die Spitzen in eben der Linie gegen einander gekehrt jede ihren Phosphorſtrom von ſich ſchickt, welche deutlich einander begegnen, und auf einander drucken, wodurch ſie einen dicken gemeinſchaftlichen Rauch zwiſchen ſich machen.

2. Iſt die eine Spitze ſchärfer als die andere, ſo wird auch ihr Strahl mächtiger, und druckt den andern gegen ſeine Spitze zurück.

3. Iſt

3. Ist es merkwürdig, daß diese Phosphorströme gleichwohl gegen einander ausfahren, da die elektrischen Büschel doch gewöhnlich verlöschen, wenn die Spitzen an einander kommen.

4. Stellt man die Spitzen sehr nahe an einander und nach eben der Seite gewandt, so scheinen die Ströme einander ein wenig zurückzutreiben, machen aber doch einen gemeinschaftlichen starken Büschel aus.

5. Sind die Spitzen parallel und ein wenig aus einander an den Seiten, so beugen die Phosphorstrahlen sich auswärts von einander.

6. Blasen die Ströme seitwärts rechtwinklicht gegen einander, so stoßen sie zusammen und fahren nach der Diagonale in einem gemeinschaftlichen Strome aus, wobey, wenn eine Spitze schärfer ist, der Strahl derselben gleichsam mächtiger wird, als der der andern.

7. Beyde Elektricitäten thun eben die Wirkung, und zwey ableitende Spitzen innerhalb einer und derselben elektrischen Atmosphäre verhalten sich ebenfalls so, als hätten sie einerley Elektricität.

Ward die eine der vorhin erwähnten Spitzen mittelst einer Kette mit dem Leiter verbunden, die andere aber mit der auf Glas stehenden Person, welche die Kugel mit der Hand rieb, wodurch also die erste positiv, die andere negativ elektrisirt ward, so machte Wilke folgende Beobachtungen:

1. Aus den Spitzen gegen einander in eine Linie gewandt strömten Phosphorstrahlen zusammen, und wo sie zusammenstießen, machten sie einen gemeinschaftlichen stärkern Rauch.

2. Kamen ſie einander ſo nahe, daß elektriſche Funken immerfort zwiſchen ihnen ſtrömten, ſo wurden die leuchtenden Dünſte mehrentheils zurück über die eine Spitze längs dem Stahldrathe hin getrieben. Gemeiniglich ward die poſitive Spitze mächtiger, und die Dämpfe wurden längs der negativen zurückgetrieben. Dieſes ſchien nicht ſowohl von den Spitzen herzurühren, ſondern von einer überwiegenden Stärke der poſitiven Elektricität; denn die Spitzen wurden verwechſelt, und die Erſcheinung, oder der elektriſche Strom, behielt immer noch ſeine Richtung. Wenn aber die poſitive Kraft im Leiter nach und nach dadurch geſchwächt ward, daß man eine andere ableitende Spitze im gehörigen Abſtande vom Leiter hielt, ſo ward der Strom von der negativen Spitze zuletzt ſtärker, als der der poſitiven, und trieb die Dämpfe davon über den Stahldrath zurück.

3. Wenn die Spitzen, welche elektriſche Funken gegen einander ſtrömten, ſchnell von einander geſondert wurden, ſo theilte ſich der Rauch zwiſchen ihnen auf eine artige Weiſe, und ward zugleich über beyde Spitzen zurückgetrieben, als blieſen ſie auf einmal ſtärker gegen einander. Wenn die negative Perſon, die auf dem Glaſe ſtand, ſtatt der Kette mit dem Finger wechſelsweiſe den einen Stahldrath berührte und wieder abließ, wodurch Funken an den Spitzen hervorkamen, ſo konnte man ſich den Anblick dieſer Erſcheinung öfter und länger erhalten.

4. Wenn ſie einander an die Seiten geſtellt wurden, blieſen ſie Strahlen von ſich, welche unter einander zogen, und ſich nach der entgegenſtehenden entgegengeſetzten Spitze wendeten.

5. Sties

5. Stießen die ungleichartigen Ströme an die Seite gegen einander, so schienen sie wenig gezogen zu werden; sie stießen aber gleichwohl wie Winde, die gegen einander gehen, zusammen, und fuhren in einem gemeinschaftlichen Strale nach der Diagonale fort.

6. Stellte man die eine Spitze so, daß ihr Strahl gegen die mit Phosphor bestrichene Stelle der andern fuhr, so trieb sie auch mit ihrem Blasen die Dünste von der andern Spitze so, daß der Phosphorstrom verlosch. Dieselbe Wirkung thaten beyde Elektricitäten.

7. Wurden die Spitzen so umgebogen, daß sie ihre Strahlen parallel ausbliesen, so schienen auch diese einander wenig zu ziehen; aber doch fuhren sie in einem stärkern und gemeinschaftlichen Rauche und Strome aus.

Mit einer elektrisirten und einer ableitenden Spitze bemerkte man dieselben Veränderungen, welche entgegengesetzte Elektricitäten zeigten.

Aus der Vergleichung aller dieser Versuche zog nun Wilke folgende Sätze: 1. alle Spitzen überhaupt treiben einen elektrischen Wind von sich, welcher den Phosphorstrom verursacht; 2. diese Winde wirken auf eine mechanische Art gegen einander, indem sie zusammenstoßen, und mit einer zusammengesetzten Bewegung Diagonalen beschreiben u. s. w. 3. Demungeachtet behalten diese Winde und Phosphorstrahlen die entgegengesetzte Art und Natur, welche sie von der Elektricität erlangen, mit welcher sie ausgetrieben werden. Die gleichartigen, positiven oder negativen, treiben einander fort; aber die ungleichartigen oder mit entgegengesetzten Elektricitäten ausgetriebenen zie-

hen einander an. Obgleich dieſe Verſuche zeigten, daß alle Spitzen elektriſche Materie ausblaſen, ſo folge doch nicht daraus, daß alle elektriſche Materie von einerley Art ſey. Dieſes hindere auch, die ungleichen Wirkungen, welche die Spitzen ausüben, nur für Unterſchiede der Grade und der Stärke einer und derſelben Kraft anzunehmen. Am wahrſcheinlichſten, ſagt er, wäre es, daß ſich verſchiedene elektriſche Materien in der Natur finden möchten; auf was für Art ſie aber in einem und demſelben Körper erregt und erhalten werden, ſey ein unaufgelößtes Geheimniß.

Auch Beccaria [t]) ſuchte die Richtung der elektriſchen Flüſſigkeit aus den Erſcheinungen ſpitziger Körper zu beſtimmen. Der Pinſel, worunter er das elektriſche Feuer an der poſitiv elektriſirten Spitze verſteht, ſagt er, zieht ſich bey Annäherung eines breiten Stücks nicht elektriſirten Metalls zuſammen; da hingegen der Stern, worunter er das elektriſche Feuer an einer negativ elektriſirten Spitze meynt, ſich unter eben denſelben Umſtänden ausbreitet, und nahe an der Spitze, nach der breiten Oberfläche zu, eine kleine Höhlung hat. Der Pinſel iſt mit einem Kniſtern begleitet; der Stern hingegen verurſacht wenig oder gar keinen Laut. Von der erſtern dieſer Erſcheinungen ſagt er bloß, daß dieß die nothwendige Folge einer aus einer Spitze heraus- oder in dieſelbe hineinſtrömenden Flüſſigkeit ſey. Der ſtärkere Laut aber, welchen der Pinſel verurſachte, entſtand, ſeiner Meynung nach, von dem durch die elektriſche Materie der Luft beygebrachten Stoße, welcher dieſelbe in eine zitternde Bewegung ſetzt; und dieſer muß nothwendig alsdann, wenn die Flüſſigkeit aus der Spitze in die Luft hinein

geſto-

t) Elettricifmo artificiale e naturale. p. 63.

gestoßen wird, stärker seyn, als wenn sie durch verschiedene Strecken Luft hindurch fährt, und in einer Spitze zusammenkommt.

Wurden die zwey Spitzen einander entgegen gestellt, so waren die Erscheinungen bey beyden einerley.

Beccaria u) bemerkte, daß hohle gläserne Gefäße von einer gewissen Dünne, aus welchen die Luft herausgebracht worden, ein Licht von sich gaben, wenn sie im Finstern zerbrochen wurden. Nach einer Reihe von Versuchen fand er endlich, daß die Lichterscheinung nicht von dem Zerbrechen des Glases, sondern von dem Anstoßen der äußern Luft an die inwendige Seite des Glases herrühre. Er bedeckte das eine dieser luftleeren Gefäße mit einem Recipienten, ließ die Luft plötzlich an die auswendige Seite desselben stoßen, und ward eben dergleichen Licht gewahr. Dieses nennt er seinen neu erfundenen Phosphor.

Er brachte eine schöne Erscheinung des elektrischen Lichts auf folgende Art hervor. Er leitete positive Elektricität nach einer an einem Drathe aufgehängten messingenen Kugel in einem ausgepumpten Recipienten, und bemerkte, wenn er eine andere Kugel daran brachte, daß die untere Halbkugel der erstern durch einen sichtbaren elektrischen Dunstkreis überaus schön erleuchtet ward. Leitete er negative Elektricität nach der Kugel, so zeigte sich eine eben so schöne Erleuchtung an der daran gebrachten Kugel. Dieser Versuch, sagt er, ist sehr mißlich, indem er, wenn er vollkommen gelingen soll, viel Geduld und Geschicklichkeit bey Einrichtung der Entfernungen u. s. w. erfordert.

Lane

u) Lettere dell' elettricismo. p. 365.

Lane x) zeigte durch einige artige Verſuche, daß das elektriſche Licht viel feiner ſey, als ein auf jede andere Art hervorgebrachtes Licht.

Als er, zu gewiſſen verſchiedenen Abſichten, den elektriſchen Schlag im Finſtern über die Oberfläche eines Stücks Marmor hatte fahren laſſen, bemerkte er, daß derjenige Theil, worüber das Feuer hinweggefahren war, leuchtend ward, und dieſes Licht eine Zeitlang behielt. Da keine ſolche Wirkung von dem elektriſchen Schlage vorher je beobachtet worden war, ſo wiederholte er den Verſuch mit mannichfaltiger Veränderung der Umſtände, und fand, daß es allemal mit allen kalkartigen Subſtanzen, ſie mochten aus dem Thier- oder Mineralreiche ſeyn, und zwar beſonders, wenn ſie zu Kalk gebrannt waren, von ſtatten gieng. So viel als er verſucht hatte, behielten die meiſten Subſtanzen dieſes Licht; unter andern wurden verſchiedene vegetabiliſche, vornämlich weiß Papier, Ziegel und Mauerſteine leuchtend; Tabackspfeiffenthon hingegen nicht, wenn er auch noch ſo gut gebrannt war.

Daß gypsartige Subſtanzen, wenn ſie calcinirt waren, leuchteten, zeigte ſich an Stücken von Gypsbildern; und zu dieſer Claſſe, ſagt er, gehört der berühmte Bologneſer Stein. An einigen Körpern aber beobachtete er, daß ſie nach dem elektriſchen Schlage leuchtend wurden, welche es augenſcheinlich nicht waren, wenn man ſie an die Sonne gelegt hatte.

Er ſtellte dieſe Verſuche ſo an, daß er die Ketten oder Drathe, welche von dem Leiter nach dem auswendigen Ueberzuge ſeiner Flaſche führten, 2 bis 3 Zoll

x) Philoſ. Tranſact. Vol. LVI. p. 107.

Zoll von einander auf die Oberfläche des zum Versuche gebrauchten Körpers legte, und einen Schlag durch dieselben hindurch gehen ließ. War der Stein dünn, so erschien er, wenn die eine Kette um das obere, und die andere um das untere Ende gelegt worden war, nach der Explosion an beyden Seiten leuchtend.

Canton, welchem die Nachricht von diesen Versuchen mitgetheilt war, zeigte, daß es bloß das Licht wäre, welches die Substanzen behielten, aber nichts der Elektricität eigenthümliches. Er entdeckte überdieß, nach öftern Versuchen, eine gewisse Composition, welche gemeines Licht sowohl, als auch das Licht der Elektricität, weit stärker behielt, als der Bologneser Stein, oder irgend eine andere Substanz. Mit diesem neuen Phosphor machte er eine Menge Versuche. Der durch Entladen einer gemeinen Flasche innerhalb eines Zolls eines runden Stücks derselben von ungefähr $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hervorgebrachte Bliz erleuchtete sie dermaßen, daß man vermittelst desselben in einem verfinsterten Zimmer die Figuren auf einer Uhrtafel deutlich erkennen konnte, und sie behielt das Licht eine halbe Stunde lang.

Eine merkwürdige Beobachtung über das elektrische Licht machte Hartmann. Als er nämlich in einem Zimmer vier oder fünf Stunden lang nacheinander Versuche gemacht hatte, und, nachdem er hinaus gegangen war, sofort mit einem brennenden Lichte in seiner Hand wieder zurückgekommen war und dabey ziemlich schnell gieng, bemerkte er, daß in der Distanz von ohngefähr $1\frac{1}{2}$ Schritt eine kleine Flamme hinter ihm herfolgte, welche aber wieder verschwand, sobald er, um dieselbe zu untersuchen, stehen blieb. Er gerieth bey der ersten Erscheinung dieser Flam-

me in kein geringes Schrecken; kam aber nachher auf den Gedanken, daß die Flamme durch nichts anders, als durch die Entzündung des Schwefels, welcher durch das heftige anhaltende Elektrisiren in die Luft getrieben worden war, verursacht seyn konnte.

Elektricität des Tourmalins.

In diesen Zeitraum fällt ein ganz neuer Gegenstand von elektrischen Untersuchungen, welcher ein größeres Licht über die Natur der Elektricität zu verbreiten schien, nämlich der so genannte Tourmalin. Die besondere Beschaffenheit dieses Steins, daß er durch bloße Kälte und Wärme elektrisch wird; das Verhalten und die mannichfaltigen Abwechselungen dieser Elektricität, und andere besondere Umstände, waren schon merkwürdig genug, diesen Stein einer nähern Prüfung zu unterwerfen.

Die erste Nachricht vom Tourmalin fand Herr Beckmann in folgendem Buche: Curiöse Speculationes bey Schlaf-losen Nächten — von einem Liebhaber, der Immer Gern Speculirt. Chemnitz und Leipzig. 1707. 8., dessen Verfasser meldet, ihm sey von Herrn Daumius, Stabs-Medicus bey der königl. Polnisch. und Churf. Sächs. am Rhein stehenden Miliz erzählt worden, daß anno 1703 die Holländer einen aus Ostindien von Ceylon kommenden Edelstein, Turmalin oder Turmale, auch Trip genannt, zum erstenmale nach Holland gebracht hätten. Wie dieser ceylonische Tourmalin in seiner natürlichen Beschaffenheit aussieht, davon haben wir keine genaue Beschreibung. Gewöhnlich ist er schwarzbraun, theils durchsichtig, theils undurchsichtig. Ohne Zweifel sind die Steinhändler durch die Härte, das Gewicht, die Durchsichtigkeit des Steins u. d. g. veranlaßt worden, sein Verhalten

halten im Feuer, wie bey den Edelsteinen, zu prüfen, und haben ihn in dieser Absicht auf glühende Kohlen gelegt, wobey sie von ohngefähr gefunden haben, daß der Stein, wenn er erwärmt ist, die Aschentheilchen und den Staub, womit die Kohlen bedeckt waren, an sich zieht und von sich stößt. Diese Eigenschaft, die bey andern Steinen ungewöhnlich ist, mußte nothwendig ihre Verwunderung erregen; daher auch selbst der Stein gesucht und theuer verkauft ward. Daher hat er die Nahmen: Aschentrockner, Aschenzieher, Aschenstein oder Aschenblaserstein. Die Ceyloner nennen ihn Tournamal, wovon er wohl den gewöhnlichen Nahmen Tourmalin erhalten haben mag.

Ob die Alten diesen Stein gekannt haben, ist nicht genau bekannt. Die Farbe ist ein unsicheres Kennzeichen, und die elektrischen Wirkungen sind leicht von Unwissenden mit demjenigen verwechselt worden, was das Reiben gewöhnlich bey allen glasartigen Edelsteinen verursacht. Doch ist glaublich, daß die rothen und scharlachfarbenen Carfunkel, die Plinius (L. XXXVII. c. 37.) erwähnt, die, von der Sonne erwärmt, Strohhalme und Papierstückchen an sich ziehen, eine Art Aschensteine sind; wie auch Watson y) aus Theophrast's Beschreibung des Lynkurers der Alten mit viel Wahrscheinlichkeit bewiesen hat, daß er am besten auf den Tourmalin paßt. Inzwischen findet sich außer in dem angeführten Buche der ceylonische Tourmalin auch in der Hist. de l'Acad. Roy. des scienc. 1717. deutlich beschrieben, wo er ein neuer und ungewöhnlicher Magnet genannt wird. Hier ist, heißt es, noch ein kleiner Magnet; ein Stein, der sich auf der Insel Ceylon findet, in der Grö-

y) Philos. Transact. Vol. LI. p. 397.

Größe eines weißen Stübers, platt, rund, etwa 1 Linie dick, braun, glänzend und ſpiegelnd, ohne Geruch und Geſchmack, der leichte Körper, als Aſche, Papierſpäne, Feilſpäne u. ſ. w. an ſich zieht und von ſich ſtößt. Lemery zeigte ihn, und er iſt nicht ſehr gemein. Aus der Vergleichung zwiſchen dieſen Wirkungen und den gewöhnlichen magnetiſchen, welche darauf angeſtellt wird, erhellet noch deutlicher, daß es ein Tourmalin geweſen iſt. Dieſe Beſchreibung hat ohne Zweifel viel dazu beygetragen, daß der Tourmalin unter dem Nahmen des ceylaniſchen Magnets allgemeiner bekannt geworden iſt; daß er aber doch noch lange ſelten geweſen iſt, läßt ſich daraus beweiſen, weil Muſſchenbroek in ſeiner 1724. herausgegebenen Abhandlung vom Magnete geſteht, er habe dieſe in Paris beſchriebenen Magnete noch nicht geſehen oder unterſucht. Dieſe Steine ſind aus Holland beſonders in Deutſchland ausgebreitet worden, wo einige Schriftſteller ſie beſchreiben, und verſchiedene damit angeſtellte neue Verſuche erzählt haben. Aus Zedler's Univerſallexicon B. XLV. S. 850. iſt beſonders zu erſehen, daß man damit verſchiedene Unterſuchungen anzuſtellen angefangen hatte. Es wird daſelbſt berichtet: dieſer Stein ſey von Oſtindienfahrern an deutſche Juden verkauft worden; er habe die Farbe des Chryſolith; er finde ſich in größern Stücken, die man dünner geſchliffen habe, nachdem das Aſchenziehen ſey entdeckt worden; dabey wird erinnert, er müſſe erwärmt werden, aber doch müſſe man ihn nicht gar zu warm halten, wenn er mit der Aſche ſpielen ſolle; kalt thue er dieſe Wirkung nicht. Man habe dieſe Eigenſchaft bey den deutſchen Landchryſoliten, oder irgend einer andern Art Edelſteine, nicht gefunden. Da man übrigens geſehen habe, daß

der

der Stein vornämlich auf Torfasche und chemische Zubereitungen aus Eisen und dessen flüchtigem Geiste wirke, auch dabey aus dem laboratorio Ceylanico wisse, daß sich auf Ceylon viel Eisenerz findet: so habe man den Tourmalin für Eisenglanzerz halten wollen, und geglaubt, ein Eisenschwefel sey der Grund seiner Eigenschaften. Alles dieß zeigt hinreichend, daß man den Stein gekannt hat, und daß man die wahre Ursache seiner Eigenschaft auszuforschen bemüht gewesen ist, dabey aber die Gedanken auf etwas eisenhaltiges und magnetisches gerichtet hat.

Der erste, welcher bey den Wirkungen des Tourmalins auf die elektrische Kraft gefallen ist, war der Ritter von Linné, welcher in der Vorrede seiner Flora Zeylanica, zu Upsal 1747 geschrieben, unter den Ceylanischen Merkwürdigkeiten den von Lemery beschriebenen Stein anführt, und ihm den Nahmen lapis electricus giebt. Ceylon, sagt er, hat Edelsteine in Menge, als: Rubine, Sapphire, Katzenaugen u. d. gl. Die Flüsse bieten überall Perlen an, und am wenigsten darf ich den elektrischen Stein verschweigen, den man an den Flüssen findet; er ist von der Größe eines Stübers, flach, rund, glänzend, bräunlicht, 1 Linie dick, ohne Geruch, ohne Geschmack, zieht leichte kleine Sachen, z. B. Eisenfeil, Papierschnitte u. s. w. an sich, und stößt sie darauf wieder zurück. In der That eine wunderbare und unerhörte Eigenschaft, wenn sich solches bey einem Steine findet, der weder durch Bewegung noch durch Reiben erwärmt worden, der nur hier entdeckt und beobachtet worden ist. Die elektrische Natur des Tourmalins ward aber nicht eher als zehn Jahre darnach, 1757 von Aepinus zu Berlin entdeckt, und das durch ganz andere Anleitungen, als bisher angeführt worden sind.

Wilke hielt sich zu damaliger Zeit in Berlin auf, und wohnte mit Aepinus, damals Astronom daselbst, in einem Hause. Es wurde durch den Bergrath Lehmann berichtet, daß er einen kleinen Stein besitze, welcher auf Kohlen gelegt mit der Asche spiele, und durch die Elektricität untersucht zu werden verdiene. Aepinus, welcher diesen Stein so wenig, als Wilke, kannte, nahm ihn zu sich, und fand bey der ersten Probe die Sache richtig. Die Kraft des Steins bestand in einer wirklichen, und durch die Wärme allein erregten Elektricität. Wilke wurde hievon sogleich benachrichtigt, und war nachher bey den meisten Versuchen gegenwärtig und behülflich, welche sowohl mit diesem Steine, als auch mit einem grössern, den Aepinus gekauft hatte, angestellt wurden. Aepinus Abreise nach Petersburg unterbrach die Fortsetzung dieser Versuche, indessen übergab er sogleich der Berlinischen Akademie einen Aufsatz davon, der sich in der Hist. de l'Acad. de Berlin 1756. p. 105. findet. Dieser Band ist 1758. herausgekommen. Von diesen Versuchen theilte Wilke eine kurze Nachricht in seiner Diss. de electricitatibus contrariis p. 50. mit. Das wesentlichste davon besteht in folgendem:

Der Stein erhielt allemal auf beyden Seiten entgegengesetzte Elektricitäten, er mochte auf glühenden Kohlen, warmen Metallen, in kochendem Wasser, mit gesammleten Sonnenstrahlen, oder auf irgend eine andere Art erwärmt werden. Diese Elektricitäten entstanden zwar allemal auf denselben Stellen oder Seiten des Steins, welche man daher auch, wie beym Magneten, Pole nennen konnte; aber nach der ungleichen Art, wie der Stein erwärmt ward, wechselten sie an diesen Stellen auf verschiedene Art von positis

sitiver in negative. Diejenige Seite des Steins, welche aus dem heißen Wasser herausgezogen positiv war, ward negativ, wenn man den Stein auf warmem Metall wärmte; dagegen die andere Seite, die in jenem Falle negativ war, in diesem positiv ward. Der letzte Zustand verschwindet dabey von selbst, dagegen der erste, oder wie Aepinus ihn nennt, des Steins natürlicher Zustand, wiederkommt, und eine lange Zeit anhält. Aepinus druckte diese Beobachtungen in folgendem Gesetze aus: der Stein ist im natürlichen Zustande, wenn beyde Seiten gleich warm sind; aber im entgegengesetzten Zustande, wenn eine Seite wärmer ist, als die andere.

Beyde Seiten haben also allemal entgegengesetzte Elektricitäten; aber diese elektrische Beschaffenheit beruht nicht auf des Steins äußerlicher Gestalt, sondern auf seinem innern Baue, weil beyde Steine, die völlig ähnlich gebildet waren, gleichwohl unter einerley Umständen an ähnlich liegenden Seiten entgegengesetzte Kräfte zeigten. Die durch Wärme erregte Elektricität dieser Steine gab sich durch die gewöhnlichen Wirkungen, Ziehen, Zurückstoßen, Mittheilung des Feuers u. s. f. zu erkennen; aber man muß sie sorgfältig von der Elektricität unterscheiden, die darin durch Reiben mit andern Körpern erregt wird.

Reibt man den Stein an einer Seite allein, mit Wolle u. d. g., so wird er positiv, und das auf beyden Seiten; rührt man aber indessen die andere Seite mit dem Finger an, oder ist das Reiben so stark, daß der Stein warm wird, so entstehen daraus neue zusammengesetzte Veränderungen, wobey der Stein auch auf beyden Seiten gleichartig werden kann. Von Aepinus Tourmalinen wog der größere 21 Gran,

und war durchſichtiger, als der kleinere, der 7 Gran wog. Beyde hatten ihre Pole, einen mitten auf jeder Seite liegen.

Der erſte, welcher nach Aepinus und Wilke dieſen Stein weiter unterſuchte, war der Herzog von Noya Caraffa. Er machte ſeine Beobachtungen in einem Briefe an Buffon z) bekannt. Denn als Wilke ſeine Abhandlung und Aepinus einen Auszug ſeines Aufſatzes nach Paris geſchickt hatten, ſo ward das, was den Tourmalin betraf, von Touſſaint in ſeinen Obſervations periodiq. de phyſique et d'hiſtoire naturelle angeführt, und dadurch dem Herzoge bekannt gemacht, der bereits zuvor auf ſeinen Reiſen den Tourmalin kennen gelernt, auch in Holland zwey dergleichen Steine bekommen hatte, mit welchen er von Adanſon und d'Aubenton die Verſuche anſtellen ließ, welche in dieſem Briefe an Buffon beſchrieben ſind.

Des Herzogs Steine waren nicht völlig ſo groß, als Aepinus Steine, ſchienen aber von ſehr lebhaften Kräften zu ſeyn. Der kleinere war undurchſichtig und ſchwarzbraun, der größere aber hatte eine rauchige gelbe Farbe, an Durchſichtigkeit glich er den böhmiſchen gelbbraunen Kryſtallen, und hielt ſowohl an Glanz als an Härte das Mittel zwiſchen dieſen und den orientaliſchen Topaſen. Der Aſchenverſuch gelang mit dieſen Steinen gut, wobey auch mit Genauigkeit angezeigt ward, in welcher Entfernung ſie allerley leichte Körper zogen und von ſich ſtießen, z. B. Eiſenfeil, Aſche und Kohlenſtaub wurden 3 Zoll weit geworfen. Nach dieſer Veranlaſ-

z) Lettre ſur la Tourmaline à Mr. *Buffon*. à Paris 1759

lassung wurden Versuche mit 33 edlen und feinen Steinen angestellt; darunter fand sich aber keiner, welcher den Tourmalin in dieser Eigenschaft ähnlich gewesen wäre. Was die übrigen Beschaffenheiten des Steins betrifft, so stimmten sie meistens mit demjenigen überein, was Aepinus und Wilke angeführt hatten, nur in einigen Umständen schienen sich die Steine anders verhalten zu haben. Sie gaben kein Feuer im Finstern und konnten im heißen Wasser nicht mit Vortheil elektrisirt werden. Der Herzog machte sich aber in Absicht auf die entgegengesetzten Elektricitäten andere Vorstellungen. Er verwirft diesen Unterschied gänzlich, und erklärt daraus gewisse Veränderungen in den elektrischen Wirkungen des Steins aus der ungleichen Wärme der äußern Flächen, und langsamerer oder schnellerer Abkühlung. Daher mußte er auch am Ende zwischen der Elektricität des Tourmalins und der gewöhnlichen einen Unterschied annehmen.

Noch in demselben Jahre ward in der königl. Societät zu London am 6ten Dec. ein Brief von Wilson an Doct. Heberden vorgelesen, der neue Versuche mit dem Tourmalin enthielt. Wilson hatte mit einem kleinen Tourmalin, den D. Sharpe zu Cambridge ihm zuschickte, bald die Richtigkeit von demjenigen gefunden, was Aepinus angegeben hatte. Nachher aber hatte er Gelegenheit, diese elektrischen Merkwürdigkeiten mit einem der größten Tourmaline zu untersuchen und zu bestätigen, die bis dahin gebraucht worden waren. Dieser Stein wog 120 Gran, war $1\frac{1}{4}$ Zoll lang, 1 Zoll breit und $\frac{1}{3}$ Zoll dick, auf einer Seite flach, auf der andern rundlich. Wenn man ihn aus dem Wasser zog, war die rund-

liche Seite poſitiv, und die flache negativ, welches, nach Aepinus, ſeinen natürlichen Zuſtand ausmachte. Erwärmte man ihn aber auf einer Seite allein an der Flamme eines Lichts, an warmem Metall oder Glas, ſo hatten allezeit beyde Seiten die Elektricität, welche die erwärmte Seite allein im natürlichen Zuſtande hätte bekommen ſollen. Beyde Seiten waren poſitiv, wenn die rundliche, und negativ, wenn die flache allein erwärmt ward. Dieſes gieng darnach von ſelbſt zu vorerwähntem natürlichen Zuſtande über; ſchien aber mit Aepinus Verſuchen zu ſtreiten, vermöge deren der Stein, auf einer Seite erwärmt, im entgegengeſetzten Zuſtande ſeyn ſollte, daß alſo die flache Seite poſitiv und die rundlichte negativ hätte werden müſſen. Indeſſen haben dieſe Verſuche zuerſt gezeigt, daß der Stein durch Erwärmung auf einer Seite überall poſitiv oder negativ werden könne.

Wenn Wilſon den Stein an andere Körper rieb, ſo ward er allemal poſitiv. Der Diamant allein machte ihn negativ. Der Stein war ſo leicht zu erregen, daß das Reiben der Luft, die man mit einem Blaſebalge daran trieb, ihn poſitiv machte. Da aber die Luft auch zugleich ſehr warm war, ſo nahm er auch die von der Luft herrührende Abwechſelung an, die mit der vorigen zuſammengeſetzt ward. Dabey iſt als etwas neues zu bemerken, daß dieſes Reiben der Luft auch im Stande war, erwärmtes Glas und Ambra zu elektriſiren. Die Beſtändigkeit der Pole des Tourmalins, und daß ihre Lage nicht bey dem einen wie bey dem andern iſt, hatte Wilſon Gelegenheit bey mehreren Tourmalinen zu beſtätigen: einige hatten die Pole in den Seiten, andere an den Rändern, andere in einer Diagonallinie in den Winkeln. Dieſe

Pole

Pole änderten sich auch weder durch Schleifen, noch dadurch, daß man den Stein in's Feuer legte, und selbst glühend machte. Wenn man ihn aber glühend in kaltes Wasser warf, bekam er viele Risse und verlor alle elektrische Kraft.

Einige Jahre darnach traf Wilson verschiedene Steine von ungleicher Farbe und Größe an, welche dem Tourmalin an elektrischen Eigenschaften ähnlich waren. Der schönste darunter war wie ein Rubin, andere waren bleicher, und einer fiel in Orangefarbe. Es ward nicht gemeldet, woher sie wären, alle aber kamen an Glanz und Härte dem Topas am nächsten. Alle hatten die Pole auf verschiedene Arten gelegen, ohne daß sich diese Lage irgend nach ihrer äußern Gestalt richtete; sie mußte ihren Grund in dem innern Bau der Steine haben. Diese Sache ward auch einiger Maaßen durch Versuche erläutert, die man mit dem rohen Tourmalin anstellte. Herr da Costa hatte sich einige so genannte Brasilische Smaragde verschafft, eine Art grüner, länglichter, schmaler Krystalle ohne ordentliche Seiten oder Winkel, aber längshin gestreift, den Schörlkrystallen ähnlich. Diese rohen Krystalle werden von der Wärme, wie der Tourmalin, elektrisch, haben aber allemal die Pole an den Enden der Krystalle, so daß die Richtung, nach welcher die elektrische flüssige Materie durch den Stein geht, durch den Wuchs oder das Korn der Krystalle bestimmt wird. Ein Ende wird positiv, das andere negativ. Es wird daher glaublich, daß es sich bey allen übrigen Tourmalinen auch so verhält, und daß sich die Lage der Pole an den abgebrochenen und geschliffenen Stücken nach dem Korne der Krystallen richtet, wodurch sich die elektri-

ſche Materie vermuthlich am leichteſten drängt, als in einer Richtung, in der ſie den geringſten Widerſtand findet. Dieſe merkwürdigen Beobachtungen bey Steinen, welche dem Tourmalin ähnlich ſind, hat Wilſon beſchrieben [a]).

Den größten Theil dieſer zerſtreuten Abhandlungen vom Tourmalin hat Aepinus [b]) geſammlet, und zugleich in einem Briefe an den Herzog von Caraffa den Einwurf widerlegt, der gegen die entgegengeſetzten Elektricitäten gemacht worden war. Zuletzt folgen Anmerkungen über Wilſons Brief, die beſonders die vorerwähnte Ungleichheit in der Elektricität des Tourmalins betreffen, wenn der Stein auf einer Seite allein erwärmt wird. Aepinus hat nie eben daſſelbe mit Wilſon gefunden, ob er es gleich auch auf Wilſon's Art verurſacht hat, ſondern ihm ſind allezeit entgegengeſetzte Elektricitäten auf den Seiten des Steins entſtanden, wenn er eine Seite allein erwärmt hat. Alſo hält er ſeine vorige Regel für zuverläſſig, bleibt aber ungewiß, was dieſe Unähnlichkeit der Verſuche veranlaßt hat. Auf dieſe Anmerkungen hat Wilſon geantwortet, und dabey noch mehr erläuternde Verſuche von des Tourmalins elektriſchem Verhalten mitgetheilt. Den erwähnten Unterſchied zwiſchen Aepinus Verſuchen und dem ſeinigen leitet er theils von der ungleichen Größe der Steine, theils von ungleichen Graden der Wärme her. Wilſon's Steine waren ſehr groß, und die elektriſche Kraft ließ ſich in ihnen ſehr leicht erregen. Ein Unterſchied von einem oder ein Paar Graden am Thermometer war hinlänglich, ihre Elektricität

a) Philoſ. Tranſ. Vol. LII. p. 443.
b) Recueil de differents memoires ſur la Tourmaline. à Petersb. 1762. 8.

tät zu erwecken. Ja es war nichts weiter nöthig, als sie aus einem warmen Zimmer in ein kaltes, oder umgekehrt, zu bringen. Wenn dieß geschah, so war es sehr merkwürdig, daß 1. wenn der Stein aus der Kälte in die Wärme kam, die rundliche Seite negativ, die platte positiv ward; wenn aber 2. der Stein aus warmer Luft in kalte gebracht ward, das Gegentheil erfolgte, die erhabene positiv und die flache negativ ward. Auf solche Art ward die Elektricität im Tourmalin sowohl durch Wärme als durch Kälte erregt. Dieß erfolgte eben so, nur schwächer, bey feuchter Witterung, auch wenn der Stein nur aus Sonnenschein in Schatten gebracht ward. Alle Zeichen der Elektricität aber verschwanden, sobald der Stein einerley Wärme mit dem Zimmer annahm.

Bey einem seiner Steine, welcher an allen Seiten platt und fast ein Parallelepipedum war, nahm er wahr, daß er viel dunkler aussah, wenn man ihn zwischen dem Auge und dem Licht hielt und in der Richtung durchsah, nach welcher die elektrische Materie gieng, als wenn man durch eben den Stein quer über die vorige Richtung sah. Eben dieß fand bey vielen Tourmalinen statt, besonders, wenn sie eine dazu schickliche Gestalt hatten.

Die wichtigste Entdeckung über die Elektricität des Tourmalins aber ward vom Herrn Canton gemacht, welcher in einer Abhandlung, die im J. 1759 der königlichen Societät vorgelesen ward, bemerkte, daß der Tourmalin bloß durch die Verstärkung oder Verminderung seiner Hitze das elektrische Fluidum von sich lasse und in sich ziehe. Denn wenn der Tourmalin, sagt er, auf ein plattes Stück heiß gemachtes Glas oder Metall dergestalt gelegt wird, daß

jede Seite deſſelben, indem ſie ſenkrecht auf der Oberfläche des erhitzenden Körpers liegt, gleiche Hitze bekommen kann, ſo wird während dem Erhitzen die eine Seite poſitiv und die andere negativ. Eben dergleichen Bewandtniß hat es auch, wenn man ihn aus ſiedendem Waſſer nimmt, und kalt werden läßt.

In dieſer Abhandlung bezieht ſich Canton auf das Gentleman's Magazine vom Herbſtmonat 1758, worin er das Reſultat einiger Verſuche bekannt gemacht hatte, welche von ihm mit demjenigen Tourmalin, den er ſich aus Holland hatte kommen laſſen, angeſtellt worden waren. Seine Sätze ſind folgende:

1. Wenn der Tourmalin nicht elektriſch oder anziehend iſt, ſo wird er es, wenn man ihn heiß macht, ohne Reiben, und die Elektricität der einen Seite deſſelben (A) iſt poſitiv und die Elektricität der andern Seite (B) negativ.

2. Wenn der Tourmalin nicht elektriſch iſt, ſo wird er es beym Erkalten; jedoch mit dem Unterſchiede, daß die Seite A negativ und die Seite B poſitiv wird.

3. Läßt man den Tourmalin in einem unelektriſchen Zuſtande heiß und nachher wieder kalt werden, ohne eine von deſſen Seiten zu berühren, ſo wird während der Zeit der Zu- und Abnahme ſeiner Hitze A poſitiv und B negativ.

4. Die eine Seite des Tourmalins wird durch Reiben poſitiv, und zwar können es beyde zugleich werden. Dieſes, ſagt er, ſind die Hauptgeſetze der Elek-

Elektricität des wunderbaren Steins; und er fügt hinzu, daß, wenn man annimmt, daß die Luft mit gleichen Eigenschaften begabt sey, die positiven und negativen Gewitterwolken sowohl, als auch die Donnerschläge, sich leicht erklären lassen.

Als Canton nachher einige Tourmaline von D. Heberden bekommen hatte, so war er im Stande, verschiedene neue und artige Versuche damit anzustellen, welche Priestley in seiner Geschichte der Elektricität anführt.

Er brachte einen Tourmalin, welcher von gewöhnlicher Farbe war, in die Flamme einer Blaseröhre, brannte denselben weiß, und fand, daß dessen elektrische Eigenschaft gänzlich entflohen war. Die Elektricität eines andern war durch das Feuer bloß zum Theil vernichtet worden. Zwey andere Tourmaline, welche er an einander gefügt hatte, waren durch das Feuer weich gemacht worden, ohne Zerstörung der elektrischen Eigenschaft. Die Kraft eines andern war durch das Schmelzen desselben an dem einen Ende verstärkt worden, und er fand, daß ein Tourmalin seine elektrische Eigenschaft behielt, nachdem er zum öftern rothglühend gemacht und in diesem Zustande in kaltes Wasser gelegt worden war.

Der artigste seiner Versuche aber ward mit einem großen irregulairen Tourmalin von ohngefähr einem halben Zoll in der Länge angestellt, welchen er in drey Stücke zerschnitt, wobey er einen Theil von dem positiven und einen andern von dem negativen Ende nahm. Als er mit jedem dieser drey Stücke besonders Versuche anstellte, fand er, daß die äußere Seite des Stücks, welches er von demjenigen Ende, das

das beym Erkalten negativ geweſen war, abgeſchnitten hatte, ebenfalls beym Erkalten negativ, und die äuſſere Seite des Stücks, welches von demjenigen Ende, das beym Erkalten poſitiv war, abgeſchnitten wurde, beym Erkalten ebenfalls poſitiv war; die entgegenſtehenden Seiten beyder Stücke aber befanden ſich, dem allgemeinen Geſetze der Elektricität des Tourmalins gemäß, in einem entgegengeſetzten Zuſtande.

Der mittlere Theil eben deſſelben Tourmalins erlitt eben ſo wenig eine Veränderung, als wenn er ganz war; das poſitive Ende blieb poſitiv, und das negative Ende negativ. Eben daſſelbe hatte er auch an zwey andern Tourmalinen beobachtet, deren jeder ohngefähr gleich groß war, und welche ebenfalls aus einem großen herausgeſchnitten waren.

Endlich ſtellte Canton im Jahr 1762 noch einen Verſuch an, welcher zweyerley entgegengeſetzte Elektricitäten deutlich beweiſen ſollte. Eine kleine blecherne Büchſe mit einem gläſernen Schafte ward mit kochendem Waſſer gefüllt und der Tourmalin hinein gelegt, die Büchſe aber gab nicht das geringſte Zeichen einer Elektricität.

Nach der Zeit haben ſich mit dieſem Gegenſtande vorzüglich Bergmann, Prieſtley und Wilke beſchäftigt. Der Bergmeiſter Cronſtedt ließ für die königl. Schwed. Akademie der Wiſſenſch. von Herrn Quiſt, der ſich damals in Holland aufhielt, einige Tourmaline kommen, mit welchen Törbern Bergmann verſchiedene Verſuche angeſtellt hat. Sein Aufſatz ward im März 1766 vorgeleſen [c]).

Berg-

c) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXVIII. S. 58. d. d. Ueberſ.

Bergmann bemerkt, daß man sich bisher geirrt habe, wenn man der Meynung gewesen sey, die Elektricität, welche der Tourmalin aus kochendem Wasser gezogen zeigt, sey durch die Wärme erregt worden. Es finde gerade das Gegentheil statt. Wenn der Stein in kochendes Wasser gelegt werde, so werde er den Augenblick elektrisch; aber das verschwinde eben so bald, theils weil die Materie, die ihn umgiebt, die elektrische Kraft raube, theils weil der Stein in wenig Sekunden selbst eben so viel Wärme annehme. Wenn der Tourmalin vollkommen eben die Wärme erlangt habe, wie die Materie, die ihn umgiebt, so würde alle Elektricität bey ihm unmerklich. Und dieß sey fast der einzige Umstand, den der Herzog de Noya Caraffa mit Grund gegen Aepinus anführe, welcher behauptete, die Kraft zeige sich 6 Stunden nach der Erwärmung noch deutlich. Bergmann aber versichert mit Gewißheit, daß keiner von seinen Steinen diese Probe ausgehalten habe.

Da die beyden Herren Wilson und Aepinus in einem gewissen Versuche nicht einig waren, so suchte Bergmann die Meynungen beyder zu vereinigen. Wenn nämlich die eine Seite A mehr als die andere B erwärmt wird, so behauptet Wilson: A werde davon im Anfange sowohl positiv werden, als B, aber nach kurzer Zeit werde der letztere umwechseln und negativ werden. Eben so, wenn B mehr als A erwärmt wird, sagt er, würde man beyde im Anfange negativ finden, aber A würde alsdann in den positiven Zustand übergehen. Dagegen behauptet Aepinus, in beyden Fällen würde A im Anfange negativ und B positiv, und gegen das Ende der erste

posi-

positiv und der letzte negativ. Er bestätigt seine Meynung durch einige Versuche, welche Bergmann auf folgende Art prüfte. Er sagt, der Tourmalin werde auf Kohlenfeuer gelegt, nachher weggenommen und mit eben der Seite auf eine ausgehölte Glasscheibe gelegt. Bey diesem Verfahren müsse der Stein gemeiniglich überall in der Luft zusammengezogen werden; wenn aber seine eine Seite am Glase liege, so müsse sie mehr, als die aufwärts gekehrte, zusammen gezogen werden, weil das Glas dichter als die Luft sey, die innere Hitze werde also gegen die aufwärts gekehrte Seite getrieben, und versetze sie Anfangs in den Zustand der Ausbreitung, der aber mit der zufließenden Wärme abnehme, und sich endlich in Abkühlung verwandle.

Lege man den Tourmalin auf eine gewärmte metallene Platte, so habe Aepinus auch gefunden, daß die Elektricitäten der Pole anfänglich einander entgegengesetzt sind, welche sich zeigen, wenn der Stein aus dem kochenden Wasser genommen werde, und daß sie nachher umwechseln, welches alles ganz offenbar mit dem Grundgesetze übereinstimme.

Er vermuthet daher, dieser Zwist werde beygelegt werden. Beyder Herren Versuche seyen richtig und übereinstimmend. Nur in den Erklärungen sey ein Streit. Beyde leiteten den Erfolg ihres Versuchs von des Tourmalins ungleicher Erwärmung her, allein seiner Meynung nach komme die Hauptsache nicht hierauf an, sondern der vornehmste Grund liege in der Wirkung des umgebenden Mittels.

Ueberhaupt, bemerkt er zuletzt: die Elektricität des Tourmalins, in so fern sie von der Wärme oder Käl-

Kälte herrührt, richte sich nach einem einzigen Grundgesetze, und die ihm allein zugehörigen bisher bekannten Eigenschaften ließen sich in der That in wenig Zeilen sagen. Die Veränderungen der äußern Fläche von der umgebenden Materie seyen die so fruchtbare Ursache aller hier vorkommenden wunderbaren Erscheinungen.

Wilke [d]) fand, daß in dem Tourmalin nichts stärker die Elektricität errege, als reines Queckſilber. Wenn er nur den Stein darauf legte, oder noch besser, wenn er ihn an eine Glasröhre kittete und in Queckſilber tauchte, auch etwas schnell herauszog, so zeigte sich der Stein überall positiv, und das Queckſilber eben so stark negativ, wenn es mit einer gläſernen Stange in eine hölzerne oder gläſerne Büchse abgesondert ward, welches auch Prieſtley im Jahr 1766 wahrgenommen hatte.

Auch gelang es dem Herrn Wilke, dem Tourmalin die Elektricität mitzutheilen, welches der Herzog de Noyas läugnete. Er befeſtigte Tourmaline mit ein wenig Lack an einen langen seidenen Faden, und führte dagegen einen Cylinder von Glas oder Schwefel, der 1 Zoll weit und über 1 Fuß lang war. Hiebey ward z. B. der eine Stein in der Entfernung einiger Zolle angezogen, elektriſirt und nachher zurückgeſtoßen, wie eine metallene Kugel, auch zeigte ihn die Probekugel ansehnlich positiv vom Glaſe und negativ vom Schwefel. Berührte man den Stein mit dem Finger innerhalb der Atmoſphären dieſer Cylinder, ohne an sie zu kommen, so ward seine Elektricität

d) Abhandl. der schwed. Akadem. der Wiſſensch. B. XXX. S. 3. ff. S. 105. ff.

tät in der Nachbarſchaft des Glaſes negativ, aber beym Schwefel poſitiv. Kittete man den Stein an eine Glasröhre und brachte ihn in die Atmoſphären, ſo that er oft denſelben Dienſt, wie der Finger, und leitete die vertheilte Elektricität ab.

Wilke zeigte ſogar, daß der Tourmalin geladen werden könne. Wenn er ganz klein war, ſo geſchahe dieß mit einer lebhaften Glasröhre oder einer Stange Siegellack, die man mehrmal hinter einander gegen eine Seite oder Kante von ihm führte, indem man die andere abgekehrte mit einer ableitenden Spitze berührte. Hier zeigte der Stein, wie gewöhnlich, an dieſen Stellen zugleich entgegengeſetzte Elektricitäten. Noch deutlicher ward der Verſuch, wenn man dieſe Stellen mit dünnen Belegen von Spiegelfolie bedeckte. So könne man den Stein in allen Richtungen laden, am beſten aber nach ſeiner tourmaliniſchen Axe.

Wilke war auch neugierig zu wiſſen, ob es einen gewiſſen Grad Wärme oder Kälte der Luft gebe, bey welchem der Tourmalin die größte Wirkung thäte. Allein er konnte dieß nicht bemerken, vielmehr kam es auf größere und ſchnellere Aenderung der Grade an, ſie mochten über oder unter dem Eispunkte ſeyn. So konnte der Stein 20 bis 30 Grad durchgehen, ohne ein Merkmal der Elektricität zu äußern, wenn die Aenderung langſam erfolgte. Dagegen erregten 10 Grad plötzliche Aenderung die Elektricität. Die einmal erregte Elektricität dauerte ſo lange die Aenderung anhielt. Geſchah ſie ſchnell und behielt der Stein ungeſtört den Grad, welchen er zuletzt bekommen hatte, ſo konnte ſich die Elektricität eine ganze Stunde, ja mehrere Stunden erhalten; aber

aber bey einer geringen Aenderung, nach dem entgegengesetzten Grade, nahm sie ab, und gieng zur entgegengesetzten Art über.

Aus allen seinen Versuchen, welche er mit dem Tourmalin, in Luft und in gekochtem Wasser erwärmt, angestellt hatte, zog er diese Folgen: 1. daß des Tourmalins Elektricität vom Steine selbst herrühre, 2. daß sie durch reine Kälte und Wärme erregt werde; 3. daß des Steins innerer Bau hiebey mit in Betrachtung zu ziehen sey. Es müßten daher Wärme und Kälte vermögend seyn, durch Zusammenziehung und Erweiterung der Theile des Steins, welches ihre allgemeinste Wirkung sey, des Steins elektrische Materie in Bewegung zu setzen. Warum aber die Kälte gerade die Polarität in die entgegengesetzte verwandelt, die von der Wärme erregt wird, das lasse sich ohne Voraussetzung nicht wohl erklären. Wenn er den Stein als mit häufiger elektrischer Materie erfüllt betrachte, die von dem Steine stark angezogen und zurückgehalten werde, und annehme, eine Seite oder ein Pol desselben sey für Wärme und Kälte empfindlicher, als der andere, d. i. werde davon schneller erweitert und zusammengezogen, so müsse sich diese Materie in den kegelförmigen Kanälen bald mehr nach der einen, bald mehr nach der andern Seite ziehen, daraus entstehe in diesen Theilen ein relativer Mangel oder Ueberfluß, welches nach Franklin's Theorie das wesentlichste der Ladung und der entgegengesetzten Elektricitäten ausmache. Man könne eben diese Voraussetzung auf andere Theorien von dem Entgegengesetzten dieser Elektricitäten anwenden, und damit ziemlich durch alle Veränderungen des Steins durchkommen. Bey dieser Veranlassung

fügt er noch folgende Frage hinzu: kann man nicht die Atmoſphäre der Erde wie einen großen Tourmalin betrachten, der aus ungleich dichten und elaſtiſchen Schichten beſteht, welche, durch die Sonnenſtrahlen ungleich erweitert, die Zertheilung der elektriſchen Materie und die Elektricität der Atmoſphäre veranlaſſen, die zuerſt in trockener Luft erregt wird und ſich daraus in Wolken ſammlet, welche ſie in ſich ziehen und dazu dienen, das Gleichgewicht, ſowohl in der Luft ſelbſt, als zwiſchen Luft und Erde, wieder herzuſtellen?

Wenn der Tourmalin mit einem mäßigen Brennglaſe erwärmt ward, ſo dauerten die in ihm erregten Elektricitäten lange, und verſchwanden alsdann, wenn nicht die Abkühlung in der Luft, wie zur Winterszeit, ſehr ſtark iſt, die die flache Seite negativ macht.

Beym rohen Kryſtalle zeigten ſich hiebey deutlichere Umwechſelungen. Es bezeichne nämlich A den Pol, der nach dem Herausnehmen aus heißem Waſſer poſitiv, B den, der negativ bekommt, und der Stein werde frey auf das Ende eines aufgerichteten Glasrohrs gelegt. Ward nun

1. der Stein in der Mitte erwärmt, ſo ward der Fleck nicht elektriſch, aber in kurzem ward die Hälfte A negativ, die Hälfte B poſitiv, welches bey dem Abkühlen umwechſelte. Die ſtärkſte Kraft war an den Enden ſelbſt.

2. Wärmte man das äußerſte Ende A, ſo entſtand da ein kleiner lebhafter negativer Fleck, und näher an der Mitte des Steins fand ſich der poſitive Pol, welcher, nachdem der Stein wärmer ward, immer

mer näher nach dem andern Ende B zugieng, wo endlich das Anziehen am stärksten ward.

3. Nahm man den Stein aus der Sonne und kühlte ihn ab, ehe das Ende B stark ward, und zwar so, daß sich der positive Pol noch in der Mitte befand, so zeigte der Stein anfangs drey Pole, einen negativen an jedem Ende, und einen positiven in der Mitte, welches sich zuletzt so umkehrte, daß die Hälfte A positiv, B negativ ward.

4. Alles dieß erfolgte umgekehrt, wenn das Ende B erwärmt ward. Es ward positiv, und der negative Pol ruckte nach dem andern Ende A zu. Beym Abkühlen bekam der Stein drey Pole, da B und A positiv, das Mittel aber negativ war, und dieß verwandelte sich endlich in A positiv und in B negativ.

Wenn der Tourmalin durch dichte Körper erwärmt und abgekühlt ward; so fanden sich dabey so mannichfaltige Abwechselungen und Veränderungen, daß es für Herrn Wilke am schwersten war, die Art und Beschaffenheit des Steins dadurch zu erforschen. Weil noch niemand dieser Abwechselungen Ordnung und Verhalten hinlänglich bemerkt hatte, so richtete er seine Aufmerksamkeit vorzüglich auf diesen Gegenstand. Allen seinen Versuchen zu Folge glaubte er folgendes beobachtet zu haben.

1. Sowohl der ganze Stein, als jeder seiner Theile insbesondere, wenn sie durch Kälte oder Wärme elektrisirt werden, müssen entgegengesetzte Elektricitäten bekommen, welches bey jeder andern Erregung dieser Kraft allgemein ist.

2. Alſo kann in keinem Theile deſſelben die eine Art erregt werden, ohne daß nicht zugleich die derſelben zugehörige andere irgendwo entſteht.

3. Die Lage der Stellen, wo ſich dieſe Elektricitäten zeigen, richtet ſich nach der Axe oder dem Wuchſe des rohen Steins, und auf die Länge dieſer Axe zugleich mit der Geſtalt des Steins kommt es an, ob und wo ſich mehr Pole zeigen können.

4. Das äußerſte der Axen, oder die Polſeiten ſelbſt, haben nach dem Maaße ihrer ungleichen Empfindlichkeit und der daraus folgenden ungleichen Erweiterung und Zuſammenziehung die Eigenſchaften, daß Wärme den einen poſitiv, den andern negativ, Kälte aber den erſten negativ, den andern poſitiv macht.

5. Dieſe Eigenſchaft haben alle Theile im Steine nach eben der Lage oder Richtung der Axe, ſowohl die im Steine feſt ſitzen, als die davon abgeſondert ſind. Daher folgt, daß

6. Wenn der Stein überall gleich erwärmt wird, er nicht mehr als zwey Pole bekommt, weil der mittlern Theile entgegengeſetzte Polaritäten einander aufheben, ſo wie viele kleine zuſammengelegte Magnete einen großen ausmachen, der nur zwey Pole hat.

7. Wird wieder ein Theil gegen den andern ungleich erwärmt oder erkältet, ſo können an verſchiedenen Stellen mehr Polaritäten, wie nach einander folgende Punkte des Magnets, entſtehen. Solchergeſtalt kann der Stein an den Enden gleichartige Pole bekommen, in der Mitte aber einen entgegengeſetzten u. ſ. w.

Ueberdem fand Wilke, daß der Tourmalin, ſo elektriſch er auch ſelbſt wird, doch größern Me-

tal-

allen keine Elektricität mittheilt, ehe deren andere Seite zugleich berührt wird. Die Ursache, meint er, ist wahrscheinlich dieselbe, welche bey allen geladenen Gläsern statt findet, bey welchen, wenn eine Seite ohne Belegung, die andere aber bloß mit einem großen Leiter versehen ist, alle Elektricität sich zu der Seite hinaus begiebt, wo der geringste Widerstand statt findet, aber auch zum ersten Leiter hinausgetrieben wird, wenn die andere Seite einen gleichen oder größern Leiter zum Gegengewichte erhält. Daher könne er nicht mit Bergmann von dem unelektrischen Zustande des Leiters auf die Seite oder den Pol des Steins schließen, der darauf liege. Daß dieser Pol wirklich elektrisch sey, folge schon aus der Art des Tourmalins und der Natur der entgegengesetzten Elektricitäten, die allemal zugleich entstehen müßten; erhelle aber auch augenscheinlich theils beym Aufnehmen des Steins, theils auch daraus, daß das Metall plötzlich elektrisch werde, wenn die Elektricität auf der obern Seite weggenommen wird, welche allein elektrisch seyn sollte, und nun das darunter liegende Metall desto weniger elektrisiren könnte, da dessen Elektricität allemal der obern Seite entgegengesetzt, aber mit der untern gleichartig gefunden werde.

Was das Elektrisiren kleinerer Körper durch den Tourmalin betreffe, so sey dabey keine Schwierigkeit, einzusehen, daß es theils durch den gewöhnlichen Uebergang, theils durch die Vertheilung in die elektrische Atmosphäre des Steins geschehe.

Glas verhielt sich anders als Metall, wenn der Tourmalin elektrisirt ward. Ohne Anrühren bekam das Metall keine Kraft, wohl aber das Glas. Berührte man den Stein, so war die Art, welche das Me-

tall bekam, der entgegengeſetzt, welche das Glas erhielt.

Uebrigens bemerkt er, daß, wenn er den großen Tourmalin rieb oder auch in einer Glaszange über Kohlen wärmte, und nachher ſchnell mit dem Griffe eines polirten Schlüſſels mehrmal nach einander berührte, derſelbe einen zwar ſtillen aber doch ſehr ſichtbaren Glanz von ſich gab. Auch hat er, obwohl ſelten, knackende oder klare Funken herauskommen ſehen, wenn er ihn zwiſchen Belegungen gebracht hatte, und die Leiter zuſammengefallen waren.

Atmoſphäriſche Elektricität.

Nachdem die Naturforſcher außer Zweifel geſetzt hatten, daß der Blitz bloß eine Wirkung der elektriſchen Materie ſey, ſo kamen ſie auch auf die Vermuthung, daß vielleicht in der Atmoſphäre ſelbſt außer Gewittern Elektricität anzutreffen ſey. Le Monnier [e]) war der erſte, der dieß zum öftern bemerkte. Seine zu St. Germain en Laye angeſtellten Verſuche bewieſen es unläugbar. Noch genauere Verſuche über die Luftelektricität wurden von dem Abbé Mazeas [f]) auf dem Schloſſe Maintenon in den Monaten Junius, Jul. und Oct. 1753 angeſtellt. Er ſpannte nämlich einen 370 Fuß langen eiſernen Drath aus, deſſen Enden 90 Fuß hoch über der Erde an ſeidenen Schnüren hiengen, und der mit einem elektriſchen Drachen verbunden war. Vom 17ten Jun. an, da er mit ſeinen Ver-

e) Obſervat. ſur l'électricité de l'air in den Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1752.

f) Obſerv. upon the electricity of the air, made at the chateau de Maintenon. 1753. in den Philoſ. Tranſ. Vol. XLVIII. no. 57.

Versuchen den Anfang machte, war die Elektricität der Luft an jedem Tage, vom Sonnenaufgange an bis 7 oder 8 Uhr Abends, merklich; ausgenommen bey feuchter Witterung, da er keine Zeichen der Elektricität wahrnehmen konnte. Bey trockener Witterung zog der Draht kleine Körper, nicht mehr als 3 bis 4 Linien weit, an. Er wiederholte den Versuch alle Tage mit großer Sorgfalt, und beobachtete beständig, daß, wenn ganz und gar kein Gewitter war, die Elektricität einer 2 Zoll langen Stange Siegellack über zweymal stärker war, als die Elektricität der Luft. Diese Beobachtung veranlaßte ihn, zu schließen, daß bey Witterungen von gleicher Trockenheit die Elektricität der Luft allemal gleich sey.

Es schien nicht, als wenn Wind und Sturmwetter die Luftelektricität verstärkten, wenn kein Gewitter zugleich dabey war; denn er mußte drey Tage lang im Monat Julius, da es überaus und anhaltend windig war, Staub in der Nähe von 4 bis 5 Linien an den Leiter halten, ehe ein merkliches Anziehen wahrzunehmen war. Die Richtung der Winde, es sey Ost- oder West- oder Süd- oder Nordwind, verursachte keine merkliche Veränderung in der Elektricität der Luft, außer wenn die Winde feucht waren.

In den trockensten Nächten dieses Sommers konnte er kein Zeichen der Luftelektricität entdecken; hingegen stellte sich dieselbe des Morgens, wenn die Sonne über dem Horizont zu scheinen anfieng, wieder ein, und verschwand des Abends ohngefähr $\frac{1}{2}$ Stunde nach Sonnenuntergang wieder.

Die stärkste Elektricität der Atmosphäre in diesem Sommer ward im Monat Junius an einem über-

aus trockenen Tage, da der Himmel ſehr klar war und die Sonne ſehr heiß ſchien, wahrgenommen. Die Entfernung von 10 bis 12 Linien war alsdann zur Annäherung des Staubes an den Leiter hinreichend, um die Staubtheilchen lothrecht in die Höhe ſteigen zu ſehen, wie Eiſenfeile bey Annäherung eines Magneten.

Am 27. Jun. Nachmittags um 2 Uhr ward er gewahr, daß einige Gewitterwolken über dem Horizonte aufſtiegen, und er begab ſich ſogleich nach ſeinem Apparate. Nachdem er den Staub an den Schlüſſel gehalten hatte, ward derſelbe mit einer Kraft angezogen, welche immer ſtärker ward, je mehr die Wolken den Scheitelpunkt erreichten. Als ſie nahe über den Drath gekommen waren, ward der Staub mit ſolcher Gewalt zurückgetrieben, daß er von dem Papiere ganz und gar hinwegflog. Er brachte ziemlich ſtarke Funken heraus, ob es gleich weder donnerte noch blitzte. Als die Gewitterwolken gerade über dem Scheitelpunkte ſeines Draths ſtanden, bemerkte er, daß die Elektricität dermaßen ſtark geworden war, daß ſogar der ſeidene Faden leichte Körper 7 bis 8 Zoll weit zog. Dieſe Gewitterwolken blieben ohngefähr zwey Stunden über dem Horizonte ſtehen, ohne daß es donnerte und blitzte; auch verminderte ein ſehr heftiger Regen die Elektricität nicht, außer gegen das Ende, da die Wolken ſich zu vertheilen anfiengen.

Kinnersley [g]) beobachtete, daß, wenn die Luft recht trocken war, ſich allemal eine ziemlich ſtarke Elektricität in derſelben befand, welche ſich ſehr leicht herabbringen ließ. Man laſſe, ſagt er, eine Perſon in einem negativen Zuſtande bey trockener Luft

g) Philoſ. Tranſact. Vol. LIII. P. I. no. 21.

Luft vor der Hausthüre im Finstern stehen, und mit ihrem ausgestreckten Arme eine spitzige Nadel, mit der Spitze aufwärts, halten, so wird man gar bald überzeugt werden, daß sich Elektricität aus der Luft herabziehen läßt; zwar nicht häufig, denn da sie nur ein schlechter Leiter ist, so scheint sie dieselbe ungern fahren zu lassen; doch aber sammlet sich etwas davon ganz augenscheinlich. Da die Luft nahe an dem Körper einer solchen Person weniger als die natürliche Quantität besitzt, so kann sie davon nichts entbehren; hält die Person aber ihren Arm, wie vorher, in die Höhe, so wird etwas aus der entferntern Luft zusammengebracht, und erscheint, indem es nach der Spitze der Nadel zusammenfährt, leuchtend.

Wenn eine negativ elektrisirte Person, sagt er, die Spitze einer Nadel horizontal an eine an Seide aufgehangene Korkkugel hält, so wird die Kugel nach der Spitze zu gezogen, bis sie so viel von ihrer natürlichen Quantität von Elektricität fahren gelassen hat, daß sie sich in einem negativen Zustande in einerley Grad mit derjenigen Person, welche die Nadel hält, befindet; alsdann begiebt sie sich von der Spitze wieder zurück, indem sie, wie er annimmt, nach einer entgegengesetzten Richtung von der dichtern Elektricität der Luft hinter ihr angezogen wird. Da aber diese Meynung, wie er sich scherzhaft ausdrückt, von der elektrischen Orthodoxie abzuweichen scheint, so wünscht er diese Erscheinungen lieber von der Scharfsinnigkeit seines Freundes Franklin, dem er dieses schrieb, auf eine bessere Art erklärt zu sehen.

Ob die Elektricität in der Luft bey heller trockener Witterung in der Höhe von zwey: bis dreyhundert Yards eben so dicht sey, als nahe an der Ober-

fläche der Erde, dieß läßt sich, wie er glaubt, durch Franklin's Versuch mit dem fliegenden Drachen zur Genüge bestimmen. Die Schnur, sagt er, muß inwendig durchaus mit einem ganz dünnen Drathe versehen seyn, und die Enden des Draths, wo die verschiedenen Längen mit einander vereinigt sind, müssen mit einem gewichsten Faden niedergebunden werden, um zu verhindern, daß sie nicht als Spitzen wirken können.

Als er diesen Brief schrieb, hatte er den Versuch zweymal angestellt, als die Luft so trocken war, wie sie in diesem Lande jemals seyn kann, und so klar, daß nicht eine Wolke zu sehen war. Er fand die Schnur jedesmal in einem geringen Grade positiv elektrisch.

Alle diese Versuche aber, welche de Monnier, Mazeas und Kinnersley über die Bestimmung der Luftelektricität angestellt hatten, wurden bey weitem von denjenigen übertroffen, welche Beccaria zum Theil noch vor jenen gemacht hatte.

Er bemerkte h), daß, wenn der Wind sehr stark gieng, seine Geräthschaft kein Zeichen von sich gab, daß sie elektrisch geworden wäre. Ueberhaupt fand er, daß bey dreyerley Umständen der Atmosphäre sich keine Elektricität in ihr äußern wollte: 1. bey windigem und klarem Wetter; 2. wenn der Himmel mit abgesonderten und schwarzen Wolken, welche eine langsame Bewegung hatten, bezogen war; 3. bey sehr feuchtem Wetter, wobey es nicht wirklich regnete. Bey einem klaren Himmel und stillem Wetter nahm er allemal, aber unterbrochene, Zeichen der Elek-

h) Lettere dell' elettricismo p. 106. sqq.

Elektricität wahr. Bey regnerichter Witterung ohne Blitzen ward seine Geräthschaft allemal kurz vorher, ehe der Regel fiel, und so lang es regnete elektrisch; kurz vorher aber, ehe der Regen vorbey war, hörte sie auf, elektrisch zu seyn.

Je höher seine Ruthen reichten, oder seine Drachen flogen, desto stärkere Zeichen gaben sie von sich, daß sie elektrisch geworden waren. Auch längere Stricke oder Schnüre, welche in die freye Luft ausgestreckt und isolirt waren, bekamen die Elektricität geschwinder, als diejenigen, welche kürzer waren. Eine Schnur, welche 1500 Paris. Fuß lang und über den Po-Fluß ausgespannt war, ward während einem Platzregen ohne Gewitter eben so stark elektrisch, als eine metallene Ruthe, welche zur Ableitung des Blitzes in seinem Hause diente, bey einem Gewitter je geworden war.

Als er zwey Ruthen zur Ableitung des Blitzes in seinem Hause hatte, welche 140 Fuß von einander standen, so bemerkte er, daß, wenn er aus der höhern einen Funken herauslockte, der Funke aus der andern, welche 30 Fuß niedriger war, in demselben Augenblicke geschwächt ward; jedoch, welches merkwürdig war, lebte ihre Kraft wieder auf, ungeachtet er seine Hand an der erstern hielt.

Er glaubte, daß die der Luft mitgetheilte Elektricität bisweilen kleine Funken an seine Geräthschaft abgebe, indem die Luft die Elektricität, welche sie erhalten hat, sehr langsam fahren läßt, und daß daher das Gleichgewicht der elektrischen Materie in der Luft nicht so geschwind wiederhergestellt werde, als in der Erde und den Wolken.

Unter

Unter die Wirkungen einer mäßigen Elektricität in der Atmosphäre rechnet Beccaria den Regen, Hagel und Schnee. Regenwolken entstehen seiner Meynung nach auf eben die Art, wie Donnerwolken, nur durch eine gemäßigtere Elektricität. Er beschreibt dieselben ausführlich, und die Aehnlichkeit, welche alle ihre Erscheinungen mit der Erscheinung der Donnerwolken haben, ist in der That sehr groß.

Er merkt verschiedene Umstände von Regen ohne Gewitter an, welche es sehr wahrscheinlich machen, daß derselbe durch eben die Ursache hervorgebracht werde, als wenn er von einem Gewitter begleitet ist. Licht hat man zwischen den Wolken des Nachts bey regnerichter Witterung wahrgenommen; und man sieht sogar bey Tage Regenwolken, welche einen hellen Glanz an sich haben, ohne daß derselbe von der Sonne herrührt. Die Gleichförmigkeit, mit welcher sich die Wolken ausbreiten, und mit welcher der Regen fällt, hält er für augenscheinliche Beweise einer gleichförmigen Ursache, dergleichen die Elektricität ist. Der Grad der Stärke der Elektricität an seiner Geräthschaft stand gemeiniglich mit der Quantität des zu derselben Zeit gefallenen Regens in einem ziemlich genauen Verhältnisse. Daß seine Geräthschaft während dem Regen nicht allemal elektrisch geworden ist, daraus läßt sich nichts folgern, wodurch sein Satz über den Haufen gestoßen würde. Denn selbst beym Gewitter ist sie mannichmal nicht elektrisch geworden. Aus seiner allgemeinen Theorie folgt wirklich, daß die Elektricität seiner Geräthschaft nicht allemal der Elektricität der Wolken gemäß seyn konnte, indem sie einiger Maaßen von der Lage des Beobachtungsorts in Ansehung derjenigen Theile der Erde oder Wol-

Wolken, welche elektrisches Feuer geben oder nehmen, abhangen mußte. Dieß ward durch eine gewisse Beobachtung bestätigt, welche er an einer Gewitterwolke machte, die über sein Observatorium vorüber zog. Bey Annäherung derselben ward seine Geräthschaft positiv elektrisch; als sie gerade über ihm stand, hörten alle Zeichen der Elektricität auf, und als sie vorüber war, ward seine Geräthschaft negativ elektrisch.

Bisweilen hat man alle Erscheinungen des Donners, Blitzes, Hagels, Regens, Schnees und Windes zu gleicher Zeit und auf einmal beobachtet, zum Beweise, daß diese Erscheinungen insgesammt mit einer gewissen gemeinschaftlichen Ursache in Verbindung stehen.

Beccaria nimmt daher an, daß vor dem Regen eine Quantität elektrischer Materie aus der Erde an solchen Orten, wo sie sich im Ueberflusse befindet, herausfahre, und bey ihrem Hinaufsteigen in die höhern Luftgegenden eine große Quantität Dünste sammle und mit sich nehme. Dieselbe Ursache, welche sie sammlet, verdichtet sie auch mehr und mehr, bis sie an den Orten, wo sie einander am nächsten kommen, einander fast berühren, so daß sie kleine Tropfen darstellen, welche, indem sie sich beym Herabfallen mit andern vereinigen, in Regen herabkommen. Der Regen ist um so viel heftiger, je stärker die Elektricität ist, und je näher die Regenwolke einer Gewitterwolke kommt.

Er machte die Erscheinung der Regenwolken dadurch nach, daß er sich selbst zwischen dem Reibzeuge und Leiter seiner elektrischen Maschine isolirte, und mit der einen Hand aus einem an dem Leiter befestigten und

eine glühende Kohle enthaltenden Löffel Geigenharz herabtröpfeln ließ, während ſeine andere Hand mit dem Reibzeuge communicirte. Unter dieſen Umſtänden verbreitete ſich der Rauch längs ſeinem Arm, und nach und nach über ſeinen ganzen Leib, bis er zur andern mit dem Reibzeuge communicirenden Hand gelangte. Die untere Fläche dieſes Rauchs war allenthalben mit ſeinen Kleidern parallel, und die obere, gleich den Donner- und Regenwolken, geſchwollen und gewölbt. Auf dieſe Art glaubt er, daß die Wolken, welche Regen bringen, ſich von den Theilen der Erde, welche einen Ueberfluß von elektriſchem Feuer beſitzen, nach denjenigen verbreiten, welche davon erſchöpft ſind, und, indem ſie ihren Regen abgeben, das Gleichgewicht zwiſchen denſelben wieder herſtellen.

Nach Beccaria's Meynung laſſen ſich aus der der Luft mitgetheilten Elektricität, indem jene die letztere ſowohl annimmt, als auch langſam wieder fahren läßt, die Zurückhaltung der Dämpfe bey einem klaren Himmel, die kleinern zertrennten Wolken, welche ſich in keinen Regen ergießen, die noch kleinern und leichtern Wolken in den höhern Gegenden der Luft, worauf die Elektricität keine ſonderliche Wirkung hervorbringt, imgleichen die dunkelern, ſchwerern und trägern Wolken in den niedrigern Gegenden, welche mehr davon an ſich behalten, erklären. Der Grad der Elektricität, welchen er der Luft ſeines Zimmers, ungeachtet dieſelbe den Fußboden, die Wände u. ſ. berührte, beyzubringen vermögend war, machte dieſes, ſeiner Meynung nach, nicht nur möglich, ſondern auch wahrſcheinlich.

Er glaubte ſogar, daß einige Veränderung in dem Gewichte der Luft vielleicht durch die Elektricität

tät derselben verursacht wurde. Er bemerkte, daß sein Barometer bey einem Blitze sofort fiel; jedoch erkannte er, daß dieser Umstand noch kein hinlänglicher Grund sey, anzunehmen, daß sich eine starke Veränderung der Höhe des Barometers durch Elektricität erklären lasse. Dagegen aber glaubte er, daß die Erscheinungen des Regens die Meynung, daß die elektrische Materie in der Luft den Druck derselben einiger Maaßen vermindere, begünstigten. Denn wenn die elektrische Materie in der Luft die Dünste wirklich sammlet und verdichtet, so steht alsdann das Barometer am niedrigsten. Wenn zwischen der Erde und den Wolken eine Verbindung durch den Regen entstanden ist, so fängt das Queckſilber an, zu steigen, indem die elektrische Materie, welche einen Theil des Drucks unterstützte, entladen wird. Und eben dieses, sagt er, muß nothwendig erfolgen, die Elektricität in der Luft mag positiv oder negativ seyn.

Hagel entsteht, wie Beccaria behauptet, in den höhern Gegenden der Luft, wo die Kälte heftig und die elektrische Materie sehr häufig ist. Bey diesen Umständen werden sehr viele Wassertheilchen nahe an einander gebracht, woselbst sie gefrieren, und bey ihrem Herabfallen andere Theilchen mit sich nehmen, so daß die Dichtigkeit der Substanz des Hagelkorns von dem Mittelpunkte an immer geringer wird, da dieser zuerst in den obern Gegenden entstanden ist, und in den niedrigern sich die Oberfläche ansammlet. Diesem zu Folge pflegen gemeiniglich auf Gebirgen Hagelkörner sowohl als Regentropfen sehr klein zu seyn; weil daselbst nur wenig Raum ist, durch welchen sie hindurchfallen, und dadurch ihre Größe vermehren könnten. Regentropfen und

Hagel-

Hagelkörner kommen auch darin mit einander überein, daß ſie um deſto größer zu ſeyn pflegen, je ſtärker die Elektricität iſt, welche ſie hervorbringt. Bewegung befördert bekannter Maaßen das Gefrieren: und auf gleiche Art mag vielleicht auch die ſchnelle Bewegung der elektriſch gewordenen Wolken dieſe Wirkung in der Luft befördern. Schneewolken ſind von Regenwolken in nichts weiter, als in dem Grade der Kälte, welche das Gefrieren verurſacht, verſchieden. Sowohl die regulaire Verbreitung des Schnees, als auch die Regelmäßigkeit in der Structur der Theile, woraus er beſteht, beweiſen, daß die Schneewolken durch eine gewiſſe einförmige Urſache, dergleichen die Elektricität iſt, hervorgebracht werden. Er bemüht ſich ſogar, ganz beſonders zu zeigen, auf welche Art gewiſſe Schneegeſtalten durch die einförmige Wirkung der Elektricität entſtehen. Alle dieſe Muthmaßungen über die Urſache des Hagels und Schnees wurden durch ſeine Wahrnehmungen beſtätigt, nach welchen ſeine Geräthſchaft, beym Schnee ſowohl als Regen, allemal elektriſch ward.

Eine ſtärkere Elektricität bringt die Hageltheile weit dichter an einander, als es die gemäßigtere Elektricität bey den Schneetheilen thut. Auf gleiche Art bemerkt man, daß Donnerwolken weit dichter ſind, als diejenigen, welche bloß Regen bringen; und die Regentropfen ſind verhältnißmäßig größer, ungeachtet ſie öfters nicht ſo hoch herabfallen.

Beobachtungen über den Gebrauch der ſogenannten Blitzableiter.

Franklin war der erſte, welcher nach ſeiner Entdeckung der Gleichheit des Blitzes mit der Elektricität

rticität sie sogleich zur Beschützung der Gebäude gegen die Donnerwetter anwandte. In seinen Briefen von der Elektricität gedenkt er der Kraft der Spitzen [1]), welche elektrisirten Körpern ihre Elektricität allmählig und ohne Funken entziehen, und setzt hinzu, man werde davon einen sehr nützlichen Gebrauch zur Beschützung der Gebäude machen können. Man müßte, sagt er, anfangen, auf die höchsten Theile der Gebäude aufrecht stehende eiserne Stangen zu befestigen. Diese müßten so scharf als Nadeln gemacht, und, dem Roste vorzubeugen, vergoldet werden. Von dem untern Ende dieser Stangen müßte man außen an dem Gebäude einen Drath bis in die Erde herunter gehen lassen; bey Schiffen aber müßte dieser Drath an einem der Mastseile herunter und von da in's Wasser geleitet werden. Diese spitzigen Stangen würden vermuthlich das elektrische Feuer aus einer Wolke schon weit eher ganz stillschweigend abführen, als dieselbe zum Schlagen nahe genug käme, und würden uns hierdurch vor diesem plötzlichen und schrecklichen Unglücke in Sicherheit stellen.

In einem andern im Sept. 1753. geschriebenen Briefe erklärt sich Franklin hierüber noch ausführlicher. Er behauptet, der Blitz nehme seinen Weg jederzeit durch alle leitende Körper, die er finden könne. Er explodire nur dann, wenn die leitenden Körper die Materie geschwinder empfangen, als sie sie wieder abgeben könnten, d. i. wenn sie getheilt, getrennt, zu klein oder zu schlechte Leiter sind. Daher würden ununterbrochene Metallstangen von hinreichender Dicke entweder die Explosion ganz verhüten, oder, wenn sie zwischen

1) Nach Wilke's Uebersetz. S. 87. 163. f.

zwiſchen der Spitze ſelbſt und den Wolken entſtanden wäre, wenigſtens ſo weit die Stange reichte fortleiten. Er glaubt, daß Stangen von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmeſſer dazu hinreichend ſeyn würden. Alle dieſe und andere Vorſchläge und Muthmaßungen trägt Franklin mit einer nachahmungswürdigen Beſcheidenheit vor. Viele dieſer Gedanken, ſagt er, ſind noch roh. Suchte ich bloß meinen Ruhm, ſo müßte ich ſie bey mir behalten und reifer werden laſſen. Aber oft ermuntern auch unvollkommene Winke zu tiefern Unterſuchungen; und es iſt viel wichtiger, daß die Erkenntniß wachſe, als daß ich für einen großen Phyſiker gehalten werde.

Die Franklin'ſche Theorie der Blitzableiter gründet ſich auf zwey Sätze, welche Franklin theils durch elektriſche Verſuche, theils durch Erfahrungen von Wetterſchlägen beſtätigt hatte. Der erſte Satz iſt dieſer: Eine ununterbrochene metalliſche Leitung führt den Blitz ohne Beſchädigung anderer Körper bis an ihr Ende herab; der zweyte: metalliſche Spitzen beſitzen das Vermögen, die Elektricität allmählig ohne Funken und Schlag abzuleiten.

Der erſte Satz iſt durch Erfahrungen lange vor Franklin hinreichend beſtätigt worden. Reimarus führt aus den Breslauer Sammlungen eine Beobachtung des D. Reimann zu Epperies in Ungarn vom 17. Jul. 1717. an, wobey bemerkt wird, daß der Blitz an verſchiedenen Dräthen herab dem Eiſen nach gefahren ſey, und nur beym Uebergange aus einem Drathe in den andern die dazwiſchen liegenden Steine zerſchmettert habe. Der Urheber dieſer Beobachtung vermuthet hieraus eine ſonderbare Sympathie des Blitzes mit dem Eiſen, weil im Jahre 1673

der Blitz ebendaselbst an einem eisernen Drathe, welcher damals länger gewesen, ohne daß ihm der Stein entgegen stand, bis zu unterst herabgefahren sey.

Franklin selbst meldet in einem an Dalibard am 29ten Jun. 1755. aus Philadelphia abgelassenen Schreiben von den an der Kirche zu Newbury in Neu-England beobachteten Wirkungen des Blitzes, daß ein Drath, welcher nicht dicker als eine gemeine Stricknadel ist, einen Blitzstrahl wirklich ableitete, ohne den geringsten Theil des Gebäudes, so weit er gieng, zu beschädigen; ungeachtet die Gewalt desselben so stark war, daß von dem Ende des Draths an nach dem Erdboden herab der Thurm gar sehr zerspalten und beschädigt, einige Steine, sogar in dem Grunde, völlig herausgerissen und 20 bis 30 Fuß weggeschleudert waren. Indessen konnte man von dem Drathe nicht das geringste, außer ohngefähr 2 Zoll von jedem Ende, finden, indem das übrige sich bey der Explosion verloren hatte, und dessen Theilchen, wie sich Franklin ausdrückt, so wie Schießpulver durch gemeines Feuer, in Rauch und Luft verjagt worden waren. Der Drath hatte bloß eine schwarze Spur an dem Kalke der Wand 3 bis 4 Zoll breit zurückgelassen. Aus den Umständen dieser Begebenheit erhellte offenbar, daß, wenn der Drath bis an den Fuß des Gebäudes herabgegangen wäre, der ganze Schlag ohne die geringste Beschädigung desselben, obgleich der Drath vernichtet worden, abgeleitet worden wäre.

Durch den zweyten Satz suchte Franklin sogar die Kraft der Wolke zu vernichten und den Schlag selbst zu vermeiden. Daher kam der Vorschlag, den obern Theil der metallischen Verbindung aus einer

zugeſpitzten Stange beſtehen zu laſſen, indem dieſe vermöge der Natur der Spitzen die Elektricität der Wolke ſelbſt angreife, ſie in der Stille abführe, und auf dieſe Art in den meiſten Fällen gar nicht zum Schlage kommen laſſe.

In Deutſchland hat Winkler [k]) die erſten Vorſchläge zur Anlegung der Blitzableiter gethan. Er rieth, auf den Gipfel des Gebäudes eine iſolirte Stange zu ſetzen, und an dieſe eine lange Kette oder einen 3 Linien dicken Drath zu hängen, welcher weit vom Gebäude hinweg durch die freye Luft gezogen und endlich an einen Pflock in der Erde befeſtigt würde. Die erſte in Deutſchland ausgeführte Ableitungsmaſchine iſt wohl die des Procopius Diviſch in Mähren [l]), welcher bereits im Jahre 1754. eine Blitzableitung errichtete, und zu Prendiz bey Znaym am 9. und 10. Jul. deſſelben Jahrs Gewitterwolken, die darüber hinzogen, ſich zertheilen ſah. Die Einrichtung der Maſchine iſt nicht genau bekannt, es wird aber von weißen Strahlen geredet, welche ſich von der Wolke nach ihr erſtreckt hätten, ſie ſcheint daher zugeſpitzte Stangen gehabt zu haben, auch tragbar geweſen zu ſeyn. In England iſt der erſte Ableiter im Jahre 1762 zu Payneshill von D. Watſon, und in Hamburg 1769 einer am Jacobithurme errichtet worden.

Die zugeſpitzten Leiter haben an Wilſon [m]) einen ſehr heftigen Gegner gefunden. Er ſetzt ihnen ent-

k) Progr. de vertendi fulminis artificio. Lipſ. 1753. 4.

l) *Muſſchenbroek* introduct. ad philoſ. natur. Tom. II. §. 2543.

m) Philoſ. Tranſ. Vol. LIV. p. 234.

entgegen, daß sie den Blitz herbeylockten, und nimmt zum Grundsatze an, man müsse ein so gefährliches Element, als die elektrische Materie, nicht einladen, sondern vielmehr durch geschickte Leiter abführen, welche die herbeykommende Quantität desselben so wenig als möglich vermehrten. Er thut daher den Vorschlag, über die Gebäude nicht das geringste Metall hervorragen zu lassen, sondern inwendig, 1 oder 2 Fuß vom Gibel, eine stumpfgeendete oder mit einer Kugel versehene Stange von Metall längs der Mauer bis in den feuchten Erdboden hinabzuführen.

Beccaria [n]) aber erklärte sich sehr lebhaft gegen Wilson's Meynung. Er führte an, daß kein Metall mehr elektrische Materie anziehe, als es zu leiten vermöge; er rieth vielmehr an, man solle bey einem großen Gebäude sogar mehrere zugespitzte Leiter an verschiedenen Ecken anbringen.

Medicinische Elektricität und einige Beobachtungen der Elektricität bey dem Wachsthum der Pflanzen.

Die Naturforscher und Aerzte kamen nicht eher auf den Gedanken, daß vielleicht die Elektricität sowohl zur Heilung mancherley Krankheiten als auch zur Beförderung des Wachsthums der Pflanzen dienen könne, als nachdem schon die Lehre der Elektricität merkliche Fortschritte gemacht hatte.

Gewöhnlich wird Kratzenstein [o]) als der erste angeführt, welcher im Jahre 1744 zu Halle die Lähmung eines Fingers bey einem Frauenzimmer in Zeit von

n) Lettere dell'elettricismo. p. 278.

o) Gralath Geschichte d. Elektricität Abschn. 1. S. 294. f.

von einer Viertelſtunde durch Elektriſiren geheilt hat. Auch brachte er zwey gelähmte Finger eines Gelehrten durch einmaliges Elektriſiren dermaßen wieder zurecht, daß dieſer damit auf dem Klaviere ſpielen konnte, welches er vorher zu thun unvermögend geweſen war. Ueberdem hat er auch während des Elektriſirens nach einer Sekundenuhr die Geſchwindigkeit des Pulſes beobachtet, und gefunden, daß derſelbe im Anfange 88, nachher aber 96mal ſchlug, da er vor dem Elektriſiren nicht mehr als 80 zählen konnte.

Im Jahre 1748 heilte Jallabert p) zu Genf eine durch den Schlag eines Hammers entſtandene Lähmung am Arme eines Schloſſers, welcher ſeit 15 Jahren alle Empfindung daran verloren hatte. Er ward zum öftern elektriſirt; es wurden Funken aus dem Arme herausgelockt, und bisweilen ein Erſchütterungsſchlag durch denſelben gelaſſen.

Hierdurch ward de Sauvages q) zu Montpellier veranlaßt, dieſe Curen zu vervielfältigen. Zwey bis drey Monate nach einander wurden zwanzig verſchiedene Patienten alle Tage elektriſirt. Bey dem Verfolge dieſer Verſuche fand man mittelſt genauer mit einem Pendel angeſtellter Beobachtungen, daß das Elektriſiren den Kreislauf des Bluts ungefähr um ein Sechstel vermehre.

Einer der erſten, welche auf die mediciniſche Anwendung der Elektricität aufmerkſam waren, war der Böhme D. Bohadſch r), welcher in einer mediciniſchen

p) Experiences &c. p. 143.

q) Hiſtoire generale et particul. de l'electricité. P. III. p. 36.

r) Philoſ. Tranſ. Vol. L. P. I. p. 392.

nischen Abhandlung nach vielen angestellten Erfahrungen sich dahin erklärt, daß unter allen Krankheiten die nicht ganz vollkommene Lähmung der wichtigste Gegenstand der Elektricität zu seyn scheine. Auch glaubte er, daß sie in kalten Fibern von Nutzen seyn dürfte.

Nach der Zeit sind mehrere Personen, welchen ähnliche Zufälle zugestoßen waren, mit Hülfe der Elektricität glücklich geheilt worden. Des Abts Nollet s) Versuche bey Lähmungen wollten aber nicht allemal den erwünschten Erfolg thun. Indessen bemerkte er, daß er in den 15 oder 16 Jahren, da er verschiedene Personen zu elektrisiren hatte, keine einzige schlimme Wirkung kennen gelernt habe, welche Jemand davon verspürt hätte.

Eine unschickliche Wahl der Behandlung verursachte damals, daß die Proben nicht stets so ausfielen, wie man wünschte, unstreitig darum, weil man die Kranken durch allzustarke Funken und Schläge aufs heftigste angriff und fast mißhandelte. Daher wurden die Meynungen gar sehr getheilt, und häufige Streitschriften gewechselt. D. Hart t) und Franklin u) führen Beyspiele an, wo die Elektricität nicht geholfen, sondern sogar geschadet haben soll. Vielleicht, sagt Franklin, wäre ein bleibender Nutzen zu erhalten gewesen, wenn die elektrischen Erschütterungen mit dem Gebrauche dienlicher Arzeneymittel und einem gehörigen Verhalten, unter der Aufsicht eines

s) Recherches sur l'électricité. p. 412.

t) Philos. Transf. Vol. XLVIII. P. II. p. 786.

u) Ibid. Vol. L. P. II. p. 481.

eines geſchickten Arztes, begleitet geweſen wären. Auch glaubte er, daß mehrere kleinere Erſchütterungen vielleicht dienlicher geweſen wären, als die wenigen groſſen, welche er beybrachte.

Lovet [x]) ſchlug zuerſt eine gelindere Behandlung durch einfaches Elektriſiren, Funken und höchſtens ſchwache Erſchütterungen vor, und verrichtete auf dieſem Wege, ſo wie der berühmte Weſley, eine groſſe Menge glücklicher Curen.

Auch der Pfarrer bey Walda in Nordholland, Hiortberg [y]), hat auf dieſe Art ſechs Jahre hindurch einer Menge Perſonen, welche taub, contrakt, und mit der Colik, mit dem malo iſchiatico, mit dem Bandwurm, mit Zahnſchmerzen, Kopfſchmerzen und der Gicht beladen waren, zu ihrer Geſundheit verholfen. Er bemerkt als eine allgemeine gute Anzeige von der Wirkung der Elektricität, wenn ſich unter der Operation ſogleich ein Schweiß einfindet, die Kranken anfangen zu zittern, bald den Urin laſſen wollen, ungewöhnliche Wärme empfinden, Stechen u. a. Bewegungen in den leidenden Stellen haben, im ganzen Körper aber eine Art von Leichtigkeit fühlen.

Ferner erklärt ſich auch de Haen [z]) gar ſehr für den medicinſchen Gebrauch der Elektricität, wovon übrigens Ferguſon [a]) und Hartmann [b]) viele vortheilhafte Beyſpiele anführen.

Es

x) Electricity rendered uſeful. Lond. 1760. 8.

y) Abhandl. der Schwed. Akad. d. Wiſſenſch. B. XXVII. S. 200. d. Ueberſ.

z) Ratio medendi. Vol. I. p. 234.

a) Introd. to electricity. Lond. 1770. 8. ſect. 6.

b) Die angewandte Elektricität bey Krankheiten des menſchl. Körpers. Hannover 1770. 8.

Wo der Ehebruch geschehen, oder wo derselbe offenbar worden, ist gleichgültig. Es kann also auch in einem andern Lande, als in dem, wo der Beklagte seinen Wohnsitz hat, geklagt werden. Ist der Ehebruch in mehreren Ländern begangen worden, so kann in jedem derselben geklagt werden. Ist der Ehebruch in einem Lande begangen worden, und hat der Beklagte seinen Wohnsitz in einem andern, so kann in beiden geklagt werden. Ist der Ehebruch in einem Lande begangen worden, und hat der Beklagte seinen Wohnsitz in mehreren andern, so kann in allen geklagt werden. Ist der Ehebruch in mehreren Ländern begangen worden, und hat der Beklagte seinen Wohnsitz in einem andern, so kann in allen geklagt werden. Ist der Ehebruch in mehreren Ländern begangen worden, und hat der Beklagte seinen Wohnsitz in mehreren andern, so kann in allen geklagt werden.

Wo der Ehebruch geschehen, oder wo derselbe offenbar worden, ist gleichgültig. Es kann also auch in einem andern Lande, als in dem, wo der Beklagte seinen Wohnsitz hat, geklagt werden. Ist der Ehebruch in mehreren Ländern begangen worden, so kann in jedem derselben geklagt werden. Ist der Ehebruch in einem Lande begangen worden, und hat der Beklagte seinen Wohnsitz in einem andern, so kann in beiden geklagt werden. Ist der Ehebruch in einem Lande begangen worden, und hat der Beklagte seinen Wohnsitz in mehreren andern, so kann in allen geklagt werden. Ist der Ehebruch in mehreren Ländern begangen worden, und hat der Beklagte seinen Wohnsitz in einem andern, so kann in allen geklagt werden. Ist der Ehebruch in mehreren Ländern begangen worden, und hat der Beklagte seinen Wohnsitz in mehreren andern, so kann in allen geklagt werden.

Bisher waren die elektriſirten Getraidepflanzen und Hanfſtengel länger und ſtärker, als die unelektriſirten, nun aber fiengen die unelektriſirten an, jenen nachzukommen.

Am 29ten Jul. zeigte ſich in dem elektriſirten Scherben die Erde an zwey Stellen erhöht, und es kamen zwey Mandelpflanzen hervor. Auch in der elektriſirten Kiſte zeigten ſich zwey Mandelknospen. Erſt 11 Tage ſpäter zeigte ſich zuerſt eine unelektriſirte Mandelpflanze; dagegen war der Hanfſaamen in dem elektriſirten Scherben gar nicht aufgegangen; ſo wie ſich auch am 12ten Aug. die elektriſirten Mayskörner noch nicht zeigten.

Ueberhaupt ergab ſich aus der Fortſetzung ſeiner Verſuche: 1. daß die elektriſirten Pflanzen wohl eher aufkommen, und meiſtens ſchneller fortſchießen, aber ob dieſe Beſchleunigung von der Elektricität verurſacht worden iſt, müßten mehrere Verſuche ausmachen. 2. daß mehr Mandeln von den elektriſirten, als von den unelektriſirten aufgekommen ſind. 3. daß nur eine einzige von den elektriſirten Mandeln innerhalb 24 Stunden den ſtärkſten Trieb hatte. 4. daß keine der unelektriſirten Pflanzen die Höhe erreicht hat, welche zwey der elektriſirten erreicht haben. 5. daß der elektriſirten Pflanzen Wachsthum abgenommen hat, nachdem die Kälte zugenommen und die Elektricität abgenommen hat. 6. daß die elektriſirten Pflanzen eben ſo ſtark und anſehnlich geworden ſind, als die unelektriſirten. 7. das mittlere Wachsthum aller elektriſirten Pflanzen iſt $82\frac{1}{2}$, und das Mittel der unelektriſirten nur $53\frac{2}{3}$ Linien, in gleicher Zeit, während die erſten 491mal elektriſirt worden ſind.

Uebri-

Uebrigens hat er oft, neben diesen Versuchen, Blumen von verschiedener Art elektrisirt, ohne daß er Pivati's Erfahrung hätte richtig finden können, daß nämlich die Elektricität eine ungewöhnliche Ausdünstung der Salze verursache. Denn eine Blume hat ihm in gleichen Entfernungen bey der stärksten Elektrisirung doch nicht stärker gerochen, als ohne die Elektricität, und das müßte doch geschehen, wenn die Elektricität die Wirkung hätte, welche ihr Pivati zuschreibt.

Vermischte Versuche und Entdeckungen.

Es ist unter den Elektrisirern gestritten worden, ob die elektrische Materie durch das Glas hindurchdringe. Wilson behauptete [d]), daß sie in gewissen Fällen für das Glas durchdringlich, in andern aber undurchdringlich sey. Er bewieß dieß durch folgende Versuche:

Eine große Glasscheibe, welche auf beyden Seiten polirt war, ward aufrecht auf einem Rande befestigt, und $\frac{2}{10}$ Zoll von ihrer Mitte stellte man einen elfenbeinernen Leiter, an dem zwey Kugeln von Holz aus dem Kerne des Baums hiengen, er stand auf einem hölzernen Fuße. Ward nun das Glas etwas wärmer als die da herum befindliche Luft gemacht, und die Seite, welche vom Leiter abgewandt war, mit dem Finger gerieben, so wurden beyde Seiten positiv elektrisirt, und eben so der Leiter, nachdem er von der Scheibe abgesondert worden war. Also gieng die elektrische Materie aus dem Finger ins

d) Philos. Trans. Vol. LI. P. II. p. 698. und Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXIII. S. 323. d. deutsch. Uebers.

ins Glas, und durch ſelbiges ins Elfenbein, welches, ſeiner Meynung nach, unläugbar erhellt, wenn man Glas mit einem Stückchen auf Lack befeſtigtes Silber reibt; denn da wird das Silber negativ und das Glas auf beyden Seiten poſitiv elektriſirt. Es giebt daher, ſagt er, Umſtände, in welchen die elektriſche Materie durch das Glas geht, aber unter andern Umſtänden geſchieht ſolches nicht, wie bey der Leydenſchen Flaſche, welche nichts durchläßt.

Der Unterſchied rührt, ſeinen Gedanken nach, von der Materie her, welche die äußere Fläche des Körpers umgiebt. Dieſer Materie Widerſtand wird an einer polirten Fläche ohne Belegung von der elektriſchen Materie, die nach dem Glaſe zu geführt wird, nicht überwunden, und da das Glas auf beyden Seiten poſitiv elektriſirt. Iſt aber das Glas gehörig belegt, und wird die Kraft nach der Belegung geführt, ſo theilt ſich die elektriſche Materie überall auf der Seite, wo es geſammlet wird, gleichförmig aus, d. i. es elektriſirt poſitiv, die gegen über ſtehende Belegung aber führt eben ſo viel von des Glaſes natürlichem Vorrathe nach der Erde zu ab, d. i. ſie elektriſirt dieſe Seite negativ. Eben das Glas kann auf beyden Seiten negativ elektriſirt werden, wenn die Kraft auf eine größere Entfernung geruckt wird, z. B. auf 1 Fuß weit, ſo wird ſie dadurch vermindert und das Mittel dazwiſchen, und folglich deſſelben Widerſtand, wird vermehrt. Alſo iſt die negative Kraft die kleinſte und zurücktreibend, weil ein Theil des natürlichen Vorraths ausgetrieben wird, und andere benachbarte Körper poſitiv elektriſirt.

Er ſchließt hieraus, daß die drey ungleichen Wirkungen, nämlich Glas auf beyden Seiten poſitiv elektri-

erisirt, oder positiv auf einer und negativ auf der andern, oder auch auf beyden negativ, von dem ungleichen Grade der Kraft und dem verschiedenen Widerstande der Materie in jedem Versuche mit einerley Glas herrühren.

Eben so wären auch durch Versuche andere artige Bemerkungen in gewissen Fällen festgesetzt, die man bey Körpern, welche zu elektrischen Versuchen gebraucht werden sollen, nothwendig in Acht nehmen müsse. Da man diese Aufmerksamkeit verabsäumt habe, so seyen daraus viele Verwirrungen entstanden, wie verschiedene, dem ersten Ansehen nach wider einander laufende, Erscheinungen zu erklären wären. Dergleichen Umstände seyen die verschiedene Gestalt, Geschwindigkeit oder unordentliche Bewegung der Körper, die Stellung des Reibens und dessen Heftigkeit, die Veränderung der äußern Fläche, durch welche nach Gefallen positive und negative Elektricität in einerley Körpern erhalten werden könne. Lack von ungleicher Härte zeige ungleiche Wirkungen. Das weichere werde negativ und das härtere positiv elektrisirt, wenn man sie beyde gegen einander reibe oder streiche. Ein Beyspiel, wie ganz kleine Umstände einen Versuch ändern können, ist folgendes. Er bediente sich zu dem vorhin erwähnten Versuche Lack und Silber. Das Lack war englisches, rein und frey vom Reiben, außer was die umgebende Luft thun konnte, und in diesen Umständen hatte es sich einige Stunden befunden. Das Silber war an eine andere Stange Lack befestigt, und eben so lange ungerieben. Nachher nahm er in jede Hand eine Stange Lack, doch so, daß das Silber die Hand nicht berührte. Er setzte die ebene Seite des Silbers auf das Lack,

und führte es gelinde einmal längs deſſelben äußeren Fläche hin, worauf ſich das Silber poſitiv, und das Lack negativ elektriſirt befand. Da er dieſes völlig ſo wiederholte, nur daß die flache Seite des Silbers ein wenig gegen das Lack geneigt war, ſo daß der Rand dagegen druckte, ſo ward das Silber negativ, und das Lack poſitiv elektriſirt, gerade das Gegentheil von dem, was vorhin erfolgte. Er unterſuchte dieß durch die an dem elfenbeinernen Leiter hängenden Kugeln, die nach den Umſtänden und dem vorigen Verſuche entweder poſitiv oder negativ elektriſirt werden, ſo daß der Erfolg allemal eine Zurückſtoßung iſt, welches er für beſſer hält, als durchs Anziehen zu finden, in was für einem Zuſtande ſich ein elektriſcher Körper befindet, da alle Körper durch die Elektricität angezogen werden.

Da alſo nach Wilſon's Meynung das Glas, wenn es kalt iſt, für die Elektricität undurchdringlich iſt, ſo folgt daraus doch noch nicht, daß dieß auch beym heiß gemachten Glaſe ſtatt finde. Hierüber hat aber Wilſon keine Verſuche angeſtellt. Kinnersley aber machte dergleichen, welche zu beweiſen ſchienen, daß Glas ganz verſchiedene Veränderungen in dieſer Abſicht nach ſeinem verſchiedenen Zuſtande der Hitze oder Kälte erleide. Er fand, daß eine überzogene gläſerne Weinflaſche, wie diejenigen ſind, worin der Florenzer Wein verkauft wird, und worin er ſiedheißes Waſſer gegoſſen hatte, ſich nicht elektriſch machen laſſen wollte. Die Elektricität, ſagt er, geht durch daſſelbe eben ſo leicht hindurch, wie durch Metall. Die Ladung einer Bouteille von drey Maas gieng ungehindert hindurch, ohne die Flaſche im geringſten zu beſchädigen. Wenn dieſelbe kalt ward, konnte er ſie, wie

wie zuvor, laden. Die Wirkung schrieb er der Erweiterung der Zwischenräumchen des Glases durch die Hitze zu.

Die Wilsonschen Versuche, wodurch die Durchdringlichkeit der Elektricität durch das Glas bewiesen werden sollte, thaten dem Herrn Aepinus kein Genüge; sein Grund war bloß dieser, daß eine Glasröhre ihre Elektricität sehr langsam sowohl annehme, als auch verliere, so daß er eine bloße Schwierigkeit und Langsamkeit in dem Durchgange der elektrischen Flüssigkeit durch elektrische Substanzen behauptet. Dagegen sagt aber Wilson, das Hindurchgehen, wenn es auch noch so langsam geschehe, sey und bleibe doch immer ein wirkliches Hindurchgehen.

Wilke e) schließt aus vielen seiner Versuche, daß die elektrische Materie sowohl das Glas durchdringen als auch nicht durchdringen könne. Es komme alles auf die Art, Dicke und Beschaffenheit des Glases an; auch die Wirkung der Elektrisirkugel könne eine solche Ungleichheit verursachen. Er habe gefunden, daß es Glas gebe, welches wie Metall die Elektricität frey durchlasse, ohne sie entweder zurück zu behalten, oder davon im geringsten geladen zu werden. Dergleichen sey das schwedische grüne Glas, wenn es in großen Kugeln ganz dünn, wie Singegläser, geblasen werde.

Aepinus f) zeigte durch einen artigen Versuch, daß, wenn ein metallischer Leiter und eine Korkkugel positiv elektrisch gemacht werden, so daß sie

e) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wissensch. B. XXIV. S. 234. d. d. Uebers.

f) Tentamen theor. electr. p. 146.

ſie einander zurückſtoßen, dennoch, wenn man die Kugel mit Gewalt zwey, drey oder vier Linien nahe an den Leiter bringt, dieſelbe davon angezogen, und wenn man ſie mit Gewalt jenſeit dieſer Grenze des Anziehens ſtößt, wieder zurückgetrieben wird. Bringt man die Kugel gerade in dieſer kleinen Entfernung, ſo ſtößt ein mäßiges Elektriſiren des Leiters die Kugel nach ihrer äußerſten Grenze zurück; ein ſtärkeres Elektriſiren des Leiters hingegen verurſacht ein Anziehen derſelben. Daher ſchränkt er den allgemeinen Lehrſatz, daß Körper, welche einerley Art von Elektricität beſitzen, einander zurückſtoßen, ein, und behauptet, daß dieſes nur alsdann ſtatt finde, wenn die Quantität elektriſcher Flüſſigkeit, welche zu ihnen beyden als einem Körper gehört, größer oder geringer iſt, als diejenige, welche ſie von Natur beſitzen.

Beccaria g) hielt es für ausgemacht, daß die elektriſche Flüſſigkeit ſich in einer geraden Linie zu bewegen ſuche, weil ſich aus dem Ende eines langen Leiters in einer geraden Linie ein längerer Funken herausbringen laſſe, als man an demſelben Orte nach einer jeden andern Richtung hervor zu locken vermögend ſey. Seiner Meynung nach aber erhellt dieſes noch weit augenſcheinlicher daraus, weil man in der freyen Luft ſowohl, als auch im luftleeren Raume, wahrnimmt, daß, wenn man den Finger oder eine kupferne Kugel in einer gehörigen Entfernung und nach einem gewiſſen Winkel an den Leiter hält, der elektriſche Funken eine genaue Krümmung macht, wovon der Leiter eine Tangente iſt, als ob auf die elektriſche Materie zwey verſchiedene Kräfte wirkten; nämlich eines Theils ihre eigene erlangte Geſchwindigkeit, wel-

g) Elettriciſmo artificiale e naturale. p. 56.

welche sie vorwärts nach einer geraden Linie treibt, und andern Theils das Anziehen des daran gehaltenen Körpers, welches sie von der geraden Linie abzieht.

Bey seinen Wahrnehmungen über spitzige Körper sagt er, daß zwey spitzige Körper von gleicher Schärfe bey ihrer Annäherung an einen elektrischen Leiter bloß in der Hälfte der Entfernung leuchtend erscheinen, in welcher Einer derselben erscheinen würde.

Hamilton [h]), Prof. der Physik zu Dublin, machte einen artigen Versuch mit einem 5 bis 6 Zoll langen Drathe, der an jedem Ende fein zugespitzt war. An die Mitte dieses Draths brachte er ein kupfernes Hütchen an, wie bey einer Magnetnadel, wodurch derselbe auf der Spitze einer mit dem Leiter verbundenen Nadel ruhete. Einen halben Zoll von jedem Ende dieses Draths bog er in entgegengesetzter Richtung den übrigen Theil des Draths auf die gerade Fläche des Horizonts perpendiculär um. Das Elektrisiren dieser Vorrichtung hatte zur Folge, daß der Drath sich mit großer Schnelligkeit umdrehte, und sich beständig in einer Richtung drehte, die derjenigen entgegengesetzt war, in welcher das elektrische Fluidum aus dessen Spitzen herausfuhr, ohne irgend eine andere leitende Substanz nahe bey sich zu haben, als die Luft. Er bemerkte auch, daß, wenn er es dahin zu bringen versuchte, daß sich der Drath anders umdrehen sollte, derselbe stille stand, und sich wieder, wie zuvor, umdrehte.

Eben derselbe Versuch ward auch von Kinnersley [i]) angestellt, jedoch mit dem Unterschiede, daß

h) Philos. Transf. Vol. LI. P. II. p. 905.
i) Ibid. Vol. LIII. P. I. p. 86.

daß er den Drath negativ elektriſch machte, und zu ſeiner großen Verwunderung wahrnahm, daß ſich derſelbe dennoch auf dieſelbe Art herumdrehte. Dieſes ſuchte er daraus zu erklären, daß in dem erſtern Falle die Spitzen, weil ſie mehr Elektricität als die Luft beſaßen, von ihr angezogen wurden; in dem letztern Falle hingegen die Luft, weil ſie mehr Elektricität als die Spitzen beſaß, von ihnen angezogen wurde.

Was die Kraft der Spitzen betrifft, ſo hat Villette[k]) zu Lüttich bemerkt, daß eine in eine Glasröhre geſteckte und 1 Zoll lang hervorragende Nadel von einem erſten Leiter einen ſtärkern Funken annahm, als ein Menſchenfinger; imgleichen daß, wenn die Nadelſpitzen mit Talg, Wachs, Schwefel u. d. gl. überzogen waren, ſie beſonders ſtarke Funken annahmen. Er fügt hinzu, daß, wenn man Schwefel dazu nimmt, und die Funken ſchief auffangen läßt, dieſelben bisweilen ſchön citronengelb ausſehen.

Es iſt bereits oben angeführt worden, daß Boſe zu Wittenberg die magnetiſche Kraft durch die Elektricität geſchwächt, und zugleich gemeldet habe, er könne ſie durch dieſes Mittel zerſtören und erregen; allein Hrn. Wilſon[l]) hat dieſes nicht gelingen wollen. Deßwegen ließ Franklin ſtarke Schläge aus 2 und 4 großen mit Bley belegten gläſernen Kolben, die ohngefähr 12 bis 13 ſchwed. Kannen hielten, durch ſeine Nähnadeln gehen, die er auf Waſſer ſchwimmend gelegt hatte, und fand ſie durch den Schlag magnetiſirt. Er bemerkte dabey zugleich viel

k) *Nollet's* lettres ſur l'électr. Vol. III. p. 212.
l) Treatiſe on electricity. p. 219. experiments upon artificial Magnets.

viel merkwürdige Umstände, die er im 5ten Briefe an Collinson folgender Maaßen beschreibt: Wenn die Nadel unter dem Schlage nach O. und W. liegt, so weißt das Ende, wo das elektrische Feuer hineingegangen ist, N. Liegt sie nach N. und S., so weißt das Ende, das nach Norden lag, noch nach N., wenn sie aufs Wasser gelegt wird, das Feuer mag zu welcher Seite man will hineingegangen seyn. Die Richtungskraft in der Nadel wird am stärksten, wenn sie nach N. und S. liegt; aber am schwächsten in O. und W. Wäre die elektrische Kraft viel stärker, so könnte wohl daraus erfolgen, daß das südwärts liegende Ende der Nadel gleichwohl der Nordpol würde, wenn das Feuer diesen Weg hineingeht. Sonst würde es schwer fallen, die Verwechselung der Pole bey den Seecompassen durch den Blitz zu erklären, weil diese Nadeln allemal in solcher Stellung sind. Dagegen sollte man aus unserm kleinen Versuche schließen: die nordlich gewandte Spitze müsse auch ferner nach Norden weisen, an welchem Ende auch das Feuer hineingegangen ist.

Als nun Wilke m) alle diese Umstände überlegte, so wurde er auf folgende drey Betrachtungen geleitet, deren jede für sich merkwürdig ist: 1. der elektrische Schlag erregt die magnetische Polarität, 2. diese richtet sich nach der Lage der Nadel gegen die Weltgegenden, und 3. der Weg des elektrischen Feuers bestimmt bey gewissen Lagen der Nadel die Art der Polarität. Wilke bemerkt, es wäre zu wünschen, daß Franklin selbst beschrieben hätte, wie

m) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. B. XXVIII. S. 306. d. deutsch. Uebers.

wie er den Schlag durch die Nadel gerichtet habe; denn da dieſes auf mancherley unähnliche Arten geſchehen könne, ſo könnte es auch wohl zum Theil daher rühren, daß Andere bey Wiederholung des Verſuchs nicht eben den Erfolg gefunden hätten. Dalibard zu Paris berichte, die Nadel bekomme allemal, in was für einer Stellung ſie auch den Schlag empfange, den Nordpol, oder die Stelle, mit der ſie nach Norden weiſe, an dem Ende, wo das Feuer hineingehe, und den Südpol da, wo es herausgehe. Dieſes ſtreite gegen Franklin's Verſuch, würde aber, wenn man es beſtätigen könne, die Sache noch einmal ſo merkwürdig machen. Muſſchenbroek habe durch ſtarke Elektricität wohl die Kraft der Nadel ſchwächen, aber ſie nicht ganz aufheben, noch weniger ihre Polarität ändern können. Eben das ſey auch ihm oft begegnet; daher er angefangen habe zu zweifeln, ob ſich auf dieſe Art eine merkliche magnetiſche Kraft erhalten ließe? Eben dieſe Gedanken habe auch Bergmann, da er anführt, daß dieſe Verſuche in Europa nicht beſonders gelingen wollten, denn verſuche man es mit kleinen Nadeln, ſo ſchmelzen ſie; brauche man größere, ſo beiße er ſie nicht ſehr an. Gleichwohl ſey Herr Kanzleyrath Beck in Kopenhagen glücklicher geweſen, wie er ihm geſchrieben habe: Er hat eine kleine Compaßnadel, $1\frac{1}{2}$ Zoll lang, $1\frac{1}{2}$ Linie breit, die aus einer Uhrfeder gemacht war, nach der magnetiſchen Linie oder Neigung geſtellt, und ſie hat durch einen einzigen Schlag aus zwey cylindriſchen, 14 Zoll hohen und 8 Zoll weiten Gläſern, ſo viel Kraft erhalten, daß ſie mit dem Nordpole eine Nähnadel erheben konnte. Ein ſo ungleicher Ausgang, wodurch die Sache ſelbſt faſt in Ungewißheit bleibt, veranlaßte Wilke'n, hierüber

eine

eine neue und vorsichtige Untersuchung anzustellen. Die Vorrichtung zu seinen Versuchen bestand 1. in einer Elektrisirkugel, 2. in einem Leiter von verzinntem Eisenbleche, 3. in zwey großen Ladungsgläsern, 4. in eisernen Dräthen, welche die Elektricität herunter ins Glas leiteten, und mit Weiserfäden versehen waren, 5. in der ersten Fortsetzung der Ladungskette, welche er negative Kette nannte, 6. in einem hölzernen Gestelle, an dem kein Eisen ist, auf welchem der Versuch angestellt wird, 7. in dem Orte, wo die Nadeln in den Ladungskreis gebracht werden, 8. in der zweyten Fortsetzung der Ladungskette, womit der Funken herausgezogen wird, welche die positive Kette hieß.

Die Nadeln, mit welchen er Versuche anstellte, waren nach Erfordern von ungleicher Art; doch brauchte er meistens: 1. gute englische stählerne Nähnadeln von $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Länge; 2. feine Magnetnadeln aus Uhrfedern gemacht, die durch eine kleine Vertiefung auf einer Spitze ruheten; 3. abgeknippene Stückchen von dicken Clavierfaiten von $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll. Diese letztern sowohl als auch die Nähnadeln wurden bey der Untersuchung zuweilen schwimmend auf Wasser gelegt.

Der Erfolg von seinen Versuchen war dieser: Gewöhnliche mit dem Magnet gestrichene Compaßnadeln aus Uhrfedern, größere und kleinere, bis 2 und 3 Zoll lang, haben in allen Richtungen durch einen einzigen starken Ladungsschlag theils ihre Kraft völlig verloren, theils sind sie so schwach geworden, daß sie nicht einmal Feilspäne von Eisen an sich gezogen haben, obgleich noch eine schwache Richtung und Polarität übrig war. Der Schlag beißt recht große

Nadeln an, und kleinere verkehrt er zuweilen in dieſer Stellung.

Wenn die vorerwähnten Nadeln ohne alle Kraft waren, und nach der magnetiſchen Richtung geſtellt wurden, ſo fehlte es ſelten, daß nicht der elektriſche Schlag darin magnetiſche Kraft und Polarität erregte. Dabey bemerkte er folgendes:

1. Bey großen Nadeln erregte ein ſtärkerer Schlag auch eine ſtärkere Kraft. Bey kleinen konnte er zu ſtark werden, und es ſchien, als erfordere jede Nadel eine beſtimmte Stärke des Schlages, um die größte Kraft zu erhalten.

2. Große und harte Nadeln, die der Schlag nicht wohl anbiß, bekamen mehr Stärke, wenn man ſie zuvor wohl anlaufen ließ. Ganz weiche und ausgebrannte Nadeln bekamen viel weniger Kraft.

3. Das niederwärts gekehrte Ende der Nadel war in allen Proben der Nordpol geweſen, und das aufwärts gekehrte der Südpol, die Ketten mochten liegen, wie ſie wollten. Doch ward die Kraft, zumal bey kleinen Nadeln, ſtärker, wenn die negative Kette am untern Ende der Nadel lag, als wenn ſie an das obere angebracht ward.

4. Wenn die Nadeln nach dem Schlage umgewandt wurden, ſo verkehrte ein neuer Schlag ebenfalls ihre Polarität in die entgegengeſetzte. Dieſe Umwechſelung konnte mehrmal nach einander geſchehen, doch ward die Kraft immer ſchwächer.

5. Mehrere gleich ſtarke Schläge nach einander thaten nicht mehr zur Sache, als ein einziger zum Anfange.

6. Wenn

6. Wenn die Nadel zuvor mit dem Magnet gestrichen war, und ihr Nordpol aufwärts gekehrt ward, so konnte ein einziger Schlag ihre Polarität wegnehmen, und zugleich umwenden. Wenn die Nadel lang und schmal war, ereignete sich hiebey oft, daß sie drey Pole bekam.

7. Die eigentliche Stärke, welche die Nadel auf diese Art bekam, ließ sich schwerlich genau angeben. Indessen bekam sie eine vielmal stärkere Kraft von einem einzigen Streichen mit einem mittelmäßigen Magnet.

Nadeln, welche rechtwinklicht gegen die magnetische Richtung gestellt waren, hatten durch den Schlag selten oder nie einige Kraft erhalten. Nur die kleinsten Nadeln gaben mannichmal eine Anzeige davon, wobey der Nordpol allemal der negativen, und der Südpol der positiven Kette zugehörte.

Wenn die Nadel wagrecht in O. und W. lag, so bekam sie durch den Schlag eine zwar geringe, doch deutliche Polarität. Hiebey hatte die negative Kette an ihrem Ende in der Nadel allemal die nordliche, und die positive Kette an dem ihrigen die südliche Polarität erregt, diese Ketten mochten an dem östlichen oder an dem westlichen Theile der Nadel liegen.

Wagrechte Nadeln im magnetischen Meridian bekamen 1. nicht so viel Kraft, als wenn sie nach der Neigung des Magnets gelegt wurden, aber mehr als in der Lage zwischen Osten und Westen; 2. das nordwärts gewandte Ende der Nadel ward meistens der Nordpol, allezeit aber, wenn die negative Kette an diesem Ende lag; ward aber 3. diese Kette an der Nadel

del ſüdliches Ende gelegt, und die poſitive an das nordliche, ſo ereignete ſich bey kleinen Nadeln, daß die Polarität umgekehrt ward, der Nordpol am ſüdlichen, der Südpol am nordlichen Ende der Nadel.

Aus dieſen Verſuchen zog nun Wilke folgende Sätze: 1. der elektriſche Ladungsſchlag zerſtört und erregt die magnetiſche Kraft in den Nadeln, 2. er thut nicht in allen Richtungen eben die Wirkungen, es muß daher eine andere mit der Stellung der Nadel zuſammenhangende Urſache etwas hiezu beytragen; 3. dieſer Urſache giebt der elektriſche Schlag Anlaß, auf die Nadel zu wirken; aber 4. an und für ſich ſelbſt ſcheint der Schlag keine gewiſſe Polarität zu bewirken. Um dieſe Umſtände einiger Maaßen zu vereinigen und zu erklären, ſagt er, wolle er annehmen: 1. daß die allgemeine magnetiſche Kraft des Erdbodens die Haupturſache der Kraft ſey, welche die Nadel erhält, 2. daß die Elektricität, wie gewöhnliches Feuer, dieſer Wirkung behülflich ſey, aber zugleich 3. durch ihren Weg oder Strom die Polarität beſtimme. Die Richtigkeit dieſer Erklärung ſucht er durch einige Verſuche zu beſtätigen.

Er brachte eine der erwähnten Nadeln in den Ladungskreis, beſonders in eine wagrechte Stellung von Oſten nach Weſten. Alsdann legte er einen künſtlichen Magnet nach der Richtung der Axe in eine gerade Linie mit der Nadel, jedoch ſo weit davon, daß die Nadel ohne Schlag keine Kraft von ihm bekam. Ward der Schlag darauf gelaſſen, ſo fand man bey der Nadel eine merkliche Kraft und Polarität, allemal ſo geſtellt, wie der Magnet ihr ſelbige durch Anrühren hätte mittheilen können. Alſo bekam der Magnet durch den elektriſchen Schlag Anlaß, ſtärker auf die

die Nadel zu wirken, als sonst geschehen wäre. Was uns aber eigentlich davon überzeuge, daß die magnetische Kraft der Erde bey Magnetisirung unserer Nadeln mit im Spiele sey, das sey die ungleiche Stärke und Polarität, die sie nach gewissen ungleichen Lagen und Stellungen bekommen.

Er ließ ferner zwey cylindrische Stangen von weichem Eisen, die 1 Elle lang, ohne eigenen Magnetismus, aber für die allgemeine Kraft empfänglich waren, nach der magnetischen Directionslinie stellen. Er setzte größere und kleinere Nadeln zwischen diese Stangen, und ließ den elektrischen Schlag durch die Nadeln und Stangen gehen. Der Erfolg war: 1. daß harte Nadeln, welche sonst von den Stangen keine Kraft bekamen, jetzt so stark wurden, als wären sie mit dem Magnet gestrichen worden, 2. ihre Pole waren nun wie zuvor, der nördliche am untern, der südliche am obern Ende der Nadel; 3. zuvor magnetisirter Nadeln Polarität ließ sich auf diese Art am sichersten umkehren. Dieß war, wie Wilke vermuthete, die wahre Ursache der Stärke, welche Beck durch die Elektricität in seiner Compaßnadel erhalten hat.

Was die Frage betreffe, auf was für Art der elektrische Schlag theils etwas zur Wirkung der allgemeinen Kraft beytrage, theils für sich selbst eine Polarität verursache? so sagt er, könne er in Ansehung des erstern der Meynung derer nicht beypflichten, welche nach Anleitung von du Fays Versuchen, durch Stöße und Hammerschläge eine beständige Polarität zu erwecken, auch hievon die Kraft der Nadeln herleiten. Hier komme augenscheinlich kein solcher Stoß oder Schlag vor; vielmehr glaubt er,

daß die Elektricität wie gewöhnliches Feuer zur Wirkung der allgemeinen Kraft etwas beytrage. In Anſehung des zweyten erhelle aus ſeinen Verſuchen, daß die nordliche Polarität eine beſondere Gemeinſchaft mit der negativen Kette habe, wie die ſüdliche mit der poſitiven. Er ſchließt hieraus, daß es nicht nach Franklin's Meynung ein einzelner Strom elektriſchen Feuers ſey, der durch die Nadeln gehe, ſondern zwey, die einander entgegengeſetzt durchſtreichen, weil die poſitive Materie ſowohl zur negativen Seite übergehe, als die negative zur poſitiven. Die Richtung des Feuers allein beſtimme alſo die Art der Polarität nicht, wenn man nicht hinzuſetze, welchen Strom man meine. Alſo werde, nach ſeinen Verſuchen, das Ende der Nordpol, wo der negative Strom eingehe, und der poſitive ausgehe; und das Ende der Südpol, wo jener aus-, und dieſer eingehe. Was dieſe Ströme nun mit der Polarität ſelbſt für Gemeinſchaft haben, ſey bisher verborgen.

Die Elektricität ſcheint überhaupt eine große Aehnlichkeit mit dem Magnetismus zu haben. Aepinus n) hat ſich beſonders bemüht, dieſe Aehnlichkeit in einer eigenen Abhandlung darzuſtellen, wovon das weſentlichſte folgendes iſt:

1. So wie eine eiſerne Ruthe, wenn ſie einem Magneten nahe gehalten wird, verſchiedene Pole nach einander bekommt; ſo bekommt eine Glasröhre, wenn ſie mit einer durch Reiben elektriſch gemachten Röhre berührt wird, poſitive und negative Theile nach einander.

2. Wenn poſitiv und negativ elektriſche Körper an einander gebracht werden, ſo vereinigen ſie ſich mit eins

n) Nov. commentar. Petrop. T. X. p. 296.

einander, wie Magnete, wenn sie mit ihren entgegengesetzten Polen an einander gelegt werden.

3. Glas ist eine Materie von gleichartiger Natur mit gehärtetem Stahle. Die positiven und negativen Seiten des erstern kommen mit den anziehenden und zurückstoßenden Enden des letztern, wenn er magnetisch gemacht worden, überein.

4. So schwer es hält, das elektrische Fluidum in die Zwischenräumchen des erstern hinein zu bringen, eben so schwer ist es auch, das magnetische Fluidum in die Zwischenräumchen des letztern hinein zu bringen.

5. Gleichwie keine Verdichtung der elektrischen Flüssigkeit in dem erstern statt finden kann ohne eine Verdünnung; also muß auch bey dem letztern, wofern daselbst eine Verdichtung oder ein positiver Magnetismus in einem Ende einer Stange statt finden soll, in dem andern eine Entledigung oder ein negativer Magnetismus vorgehen.

6. Stahl kommt mit Körpern, welche an und für sich elektrisch sind, und Eisen gewisser Maaßen mit Elektricitätsleitern überein.

7. Stahl ist zur Annahme der magnetischen Kraft weniger geschickt; hat er aber dieselbe einmal angenommen, so behält er sie weit stärker, als Eisen. Eben so nehmen auch an und für sich elektrische Körper das elektrische Fluidum so leicht nicht an; ist ihnen aber dasselbe mit Gewalt beygebracht worden, so behalten sie es weit stärker, als Leiter.

8. Aepinus fügt hinzu, und rechnet es unter seine Entdeckung, daß ein elektrisch gemachter Körper auf

auf andere Körper nicht wirke, außer wenn ſie ſelbſt elektriſch gemacht ſind; eben ſo wie ein Magnet auf andere Subſtanzen nicht wirkt, es wäre denn, daß ſie ſelbſt die magnetiſche Kraft beſäßen; ſo daß ein elektriſch gemachter Körper einen andern Körper anzieht und zurückſtößt, bloß vermöge deſſen, daß er ihn vor allen Dingen elektriſch macht; ſo wie ein Magnet Eiſen anzieht, bloß vermöge deſſen, daß er es zuerſt zu einem Magneten macht.

9. Auch hat Canton gefunden, daß, wenn der Tourmalin in verſchiedene Stücke zerſchnitten wird, jedes Stück eine poſitive und negative Seite habe, ſo wie auch die Stücke eines zerbrochenen Magnets dergleichen haben.

In dieſem Zeitraume hat man auch unläugbar gezeigt, daß einige Fiſche elektriſche Eigenſchaften beſitzen. Dahin gehört

1. der Krampfroche, Zitterroche, Krampffiſch (raja torpedo). Er iſt eine Rochenart, platt, ſelten 20 Zoll lang, völlig ausgewachſen nicht über einige Pfund ſchwer, und an einigen Küſten Europens ſehr häufig. Dieſer Fiſch war ſchon den Alten bekannt, welche erzählen, daß er die Thiere, die ſich ihm nähern, betäube, und die Arme derjenigen Perſonen, welche ihn berühren, erſtarren mache. Auch hängt es von der Willkühr dieſes Thiers ab, den Körper, welchen es berührt, durch einen Schlag zu erſchüttern, welcher dem elektriſchen ähnlich iſt. Eine geraume Zeit hat man die Urſachen von den Erſcheinungen dieſes Fiſches nicht von der Elektricität abgeleitet o). Nachher aber fieng man an, dergleichen dabey zu vermuthen,

o) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1714.

muthen, besonders da ein anderer elektrischer Fisch, der Zitteraal, bekannter wurde, welchen man anfänglich mit jenem vielfältig verwechselte. Um das Jahr 1773 endlich ward es durch Walsh [p]) außer allem Zweifel gesetzt, daß die Eigenschaften des Fisches von der Elektricität abhangen. Dieses Thier hat zwey elektrische Organe, welche an der Seite der Hirnschale und der Kiefern liegen, und von da bis zu den halbkreisförmigen Knorpeln der Seitenflossen gehen. Der Länge nach reichen sie von dem vordern Ende des Thiers bis zu dem Querknorpel, der die Brust von dem Bauche trennt. Hier nehmen sie die ganze Dicke des Thiers von oben bis unten ein, und sind mit der ordentlichen Haut bedeckt, unter welcher sich jedoch noch zwey dünne Membranen oder Bänder befinden. Die Länge eines jeden Organs ist etwas geringer, als der dritte Theil der Länge des ganzen Thiers. Jedes Organ besteht aus senkrechten Prismen oder Säulen, welche von der untern Seite des Körpers bis an die obere reichen, und deren Länge nach der verschiedenen Dicke des Fisches an verschiedenen Stellen verschieden ist. Die Zahl dieser Säulen ist sich nicht gleich, und zwar bemerkt man diese Verschiedenheit nicht nur bey verschiedenen Zitterrochen, sondern sie scheint auch hauptsächlich von dem Alter des Thiers herzukommen, so daß etwa, so wie der Fisch an Größe zunimmt, immer neue entstehen mögen. Bey einem sehr großen Krampfrochen bestand das Organ, wie man fand, aus 1182 solcher Säulen. Die meisten von diesen Säulen sind entweder irregulaire Sechsecke oder irregulaire Fünfecke; allein ihre Gestalt bleibt sich nicht gleich. Ihr Durchmesser beträgt gemeiniglich $\frac{1}{3}$ Zoll. Jede Säule ist durch horizontalliegende Theilungen getheilt,

p) Philos. Transact. Vol. LVIII. p. 461.

Dieſen Fiſch hat zuerſt van Berkel [q]) zwiſchen 1680 und 1689 bekannt gemacht. Richer, welcher im Jahre 1671. nach Cayenne gieng, hatte ſchon in ſeinem Tagebuche bemerkt, es gebe daſelbſt 3 bis 4 Fuß lange Fiſche, welche, mit dem Finger oder mit einem Stabe berührt, den Arm erſtarren machen und Schwindel erregen, welches du Hamel [r]) anführet. In den neuern Zeiten aber bezweifelte man dieſe Nachrichten, oder war doch nicht geneigt, Elektricität dabey zu vermuthen, als welches ſelbſt Nollet [s]) noch für unwahrſcheinlich hält. Der erſte, welcher hiebey Elektricität vermuthete, war Adanſon im Tagebuche ſeiner Reiſe 1751 [t]). Endlich ward durch Seba, Artedi, Gaubius und Allamand [u]), und Gronov [x]) die Beſchreibung dieſes Fiſches ſelbſt und ſeiner Eigenſchaften bekannter.

Hugh Williamſon [y]) und Alexander Garden [z]) haben mehrere wichtige Beyträge zur Geſchichte des Zitteraals geliefert. Vorzüglich aber erhielt man durch Hunter's Zergliederung eines Zitteraals ein ganz unerwartetes Licht von der Natur

q) Reiſe nach Rio de Berbice, in der Samml. ſeltener und merkw. Reiſegeſchichten. Memming. 1789. 8. S. 220.

r) Hiſtoria regiae ſcient. Acad. p. 168.

s) Hiſtoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1760.

t) *Rozier* obſerv. ſur la phyſique. Tom. V. 1775. May. p. 444.

u) Haarlemer Verhandelingen. Deel II. p. 372.

x) Deſcriptio gymnoti tremuli in act. Helv. Baſil. 1760. p. 26.

y) Philoſ. Tranſ. Vol. LXV. P. I. n. 10. p. 94.

z) Ibid. n. 11. p. 102.

tur dieses Thiers a) und Walsh hat an diesen Fischen mehrere Entdeckungen in Rücksicht ihrer elektrischen Eigenschaften gemacht. Die Versuche, welche jene Eigenschaften zeigten, wurden mehrere Monate lang in London öffentlich angestellt.

Ein Zitteraal von 3 Fuß Länge ist gewöhnlich an der dicksten Stelle seines Körpers zwischen 10 und 14 Zoll im Umkreise. Da die elektrische Kraft dieses Thiers weit stärker ist, als beym Krampfrochen, so sind auch seine elektrischen Organe um vieles größer; wirklich ist auch der Theil seines Körpers, der die meisten animalischen oder solche Theile enthält, welche Fische von der nämlichen Gattung mit ihm gemein haben, beträchtlich kleiner, als der, welcher die elektrische Kraft besitzt, wenn gleich der letztere seine Nahrung und Wirksamkeit von dem erstern bekommt.

Der Kopf dieses Thiers ist groß und breit, flach, glatt und mit mehreren kleinen Löchern versehen. Der Mund ist groß, aber die Kinnbacken haben keine Zähne, so daß sich dieses Thier durch Saugen nährt, oder die Nahrung ganz hinunterschlingt. Die Augen sind klein, etwas platt, von bläulicher Farbe, und stehen ein wenig hinter den Nasenlöchern. Der Körper ist bis zu einer beträchtlichen Entfernung von dem Kopfe breit, dick und rundlich; von da an nimmt er allmählig ab. Er ist, von einigen Zollen hinter dem Kopfe an, der Länge nach in vier Theile getheilt, welche durch Linien deutlich von einander abgesondert sind. Die scharfe Kante am Unterleibe nimmt einige Zoll hinter dem Kopfe ihren Anfang, wird immer brei-

a) Philos. Transact. P. II. n. 39. p. 395.

breiter und breiter, und geht bis an den Schwanz, wo ſie am ſchmalſten iſt. Er hat zwey Bruſtfloſſen, und ſein After befindet ſich unten, mehr nach vorn hin, als jene Floſſen, folglich nicht weit vom roſtrum.

Dieſes Thier beſitzt zwey Paar elektriſche Organe, von welchen das eine größer iſt, als das andere, und den größten Theil der Länge des Körpers einnimmt. Sie ſind durch eigene Häute von einander abgeſondert, und mit Nerven aus dem Rückenmarke verſehen, welche paarweiſe zwiſchen den Rückgradswirbeln herauskommen.

Der Zitteraal beſitzt alle elektriſche Eigenſchaften des Krampfrochens, aber in einem weit höhern Grade. Sein Stoß wird durch Leiter der Elektricität fortgeleitet, und durch nicht-leitende Körper aufgehalten. Daher empfindet man den Stoß durch Waſſer, ohne daß man das Thier unmittelbar berührt, auch durch jede andere gemachte Verbindung; den ſtärkſten Schlag aber erhält man, wenn man das Thier außer dem Waſſer berührt, und die beſte Art, ſtarke Schläge zu erhalten, iſt die, daß man das Thier mit der einen Hand am Schwanze, und mit der andern am Kopfe faßt. Auf ſolche Art erhält man Erſchütterungen, die man nicht bloß in beyden Armen, ſondern auch ſehr ſtark in der Bruſt fühlt. Berührt man das Thier bloß mit einer Hand, ſo fühlt man darin nur eine Art von Zittern, das dem Zittern, welches der Krampfrochen unter gleichen Umſtänden hervorbringt, ganz ähnlich, nur ſtärker iſt. Auch die Kraft des Zitteraals, Stöße zu ertheilen, hängt von ſeiner Willkühr ab; ſo ertheilt er auch bisweilen ſehr ſtarke, bisweilen wieder ſehr ſchwache Stöße; die

ſtärk-

stärksten dann, wenn er durch häufiges und starkes Berühren gereizt wird.

Legt man kleine Fische in das Wasser, worin sich der Zitteraal befindet, so werden sie gemeiniglich durch einen Schlag betäubt und getödtet, worauf er sie, wenn er hungrig ist, verschluckt. Die so betäubten Fische erholen sich oft wieder, wenn man sie geschwind in ein andres Gefäß mit Wasser thut.

Die stärksten Erschütterungen des Zitteraals pflanzen sich fort, wenn auch die Verbindung ein wenig unterbrochen ist. Sie lassen sich z. B. durch eine Kette leiten, um so mehr, wenn sie nicht sehr lang und ausgedehnt ist, so daß ihre Glieder in bessere Berührung kommen. Macht man in einen auf Glas befestigten Stanniolstreifen einen Einschnitt mit einem Federmesser, und läßt die Erschütterung durch diesen Streifen hindurchgehen, so wird sich ein kleiner, aber sehr lebhafter Funken zeigen, der sich in einem dunkeln Zimmer sehr deutlich bemerken läßt.

Walsh hat an dem Zitteraale noch eine andere Entdeckung gemacht. Er bemerkte nämlich an diesem Thiere eine neue Art von Sinn, mit dessen Hülfe es wußte, ob die Körper, die sich ihm näherten, solche waren, welche den Stoß empfangen konnten, d. i. Leiter, oder Körper von anderer Beschaffenheit; denn in dem erstern Falle ertheilte das Thier den Stoß, im letztern aber nicht. Diese wunderbare Eigenschaft zu zeigen, stellte er mehrere Versuche an, von welchen der überzeugendste folgender war. Zwey Dräthe wurden mit ihren Enden in ein Gefäß mit Wasser gelegt, in dem sich der Fisch befand, sodann umgebogen und eine große Strecke fortgeführt; endlich endigten sie sich

in zwey beſondern mit Waſſer gefüllten Gefäßen. Dieſe Dräthe wurden in einer beträchtlichen Entfernung von einander von Nichtleitern getragen, mithin war die Verbindung nicht vollkommen. Legte nun Jemand die Finger beyder Hände in die Gefäße, worin ſich die Dräthe endigten, d. h. die Finger der einen Hand in das eine, und die der andern in das andere Gefäß, ſo war die Verbindung vollkommen. Nun bemerkte man beſtändig, daß ſich das Thier, wenn die oben beſchriebene Verbindung unterbrochen war, den Enden der Dräthe nie abſichtlich näherte, wie es zu thun pflegte, wenn es einen Schlag geben wollte. Sobald aber die Verbindung entweder durch eine Perſon oder ſonſt durch einen Leiter wieder hergeſtellt wurde, ſo kam das Thier augenblicklich zu den Dräthen, und ertheilte den Stoß, wenn es gleich nicht ſehen konnte, daß die Verbindung wieder ergänzt worden war.

D. Schilling [b]), Arzt der Colonie zu Surinam, wollte durch Verſuche einen beträchtlichen Einfluß des Magnets auf dieſen Fiſch wahrgenommen haben. Bey der Annäherung eines armirten Magnets ward der Fiſch zuerſt unruhig, und bey der Berührung mit demſelben ſtark erſchüttert. Legte man den Magnet ins Waſſer, ſo ward der Fiſch nach einiger Zeit ganz ſtill, und näherte ſich von ſelbſt dem Magnete, als ob er von dem umgebenden Waſſer angezogen und zurückgehalten würde. Nach einer halben Stunde zog er ſich ſehr geſchwächt vom Magnete wieder zurück, hatte

b) Nouv. mém. de Berlin. 1770. p. 68. imgl. Obſerv. phyſ. de torpedine piſce in diatribe de morbo in Europa pene incognito, quem Americani Jaws vocant. Traj. ad Rhen. 1770.

hatte aber nun alle Erschütterungskraft verloren, so daß man ihn ohne Schaden berühren und in die Hände nehmen konnte. Die beyden Pole des Magnets schienen wie mit Feilspänen überzogen. Der Fisch erlangte einige Kraft wieder, nachdem man ihn ein Paar Tage mit Brodt gefüttert hatte; als man aber Eisenfeile ins Wasser warf, sammlete er bald alle vorige Kraft von neuem.

Diese Versuche sind von Vielen als ein Hauptbeweis für die Identität der Elektricität mit dem Magnetismus angesehen worden. Allein schon Walsh hat sie als völlig ungegründet gefunden.

Nordlicht, und einige andere feurige Lufterscheinungen.

Die prächtige Erscheinung des Nordlichts hat die Physiker von jeher beschäftigt, und verschiedene Hypothesen veranlaßt. Die bisher gewöhnlichste Meynung war die, daß sie von den Ausdünstungen unserer Erde entstehe, und folglich eine bloße Lufterscheinung sey. Diese Erklärung hat aber unter den Physikern Schwierigkeiten gefunden, indem man sie verschiedenen Beobachtungen zu Folge als unzulänglich angesehen hat. Diese Beobachtungen betreffen vorzüglich die Höhe, in welcher sich gewöhnlich die Nordlichter befinden. Die Nordlichter werden zu allen Jahrszeiten gesehen, am häufigsten aber nach der Herbst- oder vor der Frühlingsnachtgleiche. Herr von Mairan hat 229 beobachtete Nordlichter den Monaten nach in folgende Tabelle gebracht:

Januar	21	May	1	Sept.	34
Februar	27	Jun.	5	Oct.	50
März	22	Jul.	7	Nov.	26
April	12	Aug.	9	Dec.	15

Man hat es allerdings ſchwer gefunden, die Parallaxen des Nordlichts zu meſſen, und daraus ſeine Höhe über der Erdfläche anzugeben, weil zwey Beobachter an entfernten Orten nie verſichert ſeyn können, beyde denſelben Punkt des Phänomens getroffen zu haben. Doch vereinigen ſich alle hierüber angeſtellte Erfahrungen dahin, daß die Höhe des Gegenſtandes, den man bey dieſer Erſcheinung ſieht, ſehr groß ſeyn müſſe. Dieß erhellet auch ſchon daraus, weil man ein und eben daſſelbe Phänomen auf einem ſo großen Theile der Erdfläche ſieht. Ueberdieß hat auch die Erfahrung gelehrt, daß die Nordlichter in keiner beſtimmten Verbindung mit der Witterung ſtehen, woraus es wahrſcheinlich wird, daß ſie über die Gränzen des Luftkreiſes hinaus liegen, und nicht zu den eigentlichen Meteoren gehören.

Mairan berechnet aus Beobachtungen der Höhe des lichten Bogens am 19ten Octob. 1726, welche Godin zu Paris 37°, der Cardinal Polignac zu Freſcati bey Rom 20° gefunden hatte, die Höhe des leuchtenden Stoffs = $266\frac{3}{4}$ franzöſ. Meilen, welches auf 160 geographiſche Meilen beträgt, und die wahrſcheinliche Höhe des Luftkreiſes bey weitem übertrifft, obgleich Mairan ſich dadurch irrig verleiten läßt, den Luftkreis ſelbſt für ſo hoch zu halten. Bergmann c) ſetzt dieſe Höhe auf 50 bis 90, ja bisweilen auf 150 ſchwediſche Meilen.

Auch hat man Verbindungen des Nordlichts mit der Elektricität und dem Magnetismus wahrnehmen wol-

c) Abhandl. der Schwed. Ak. d. Wiſſ. B. XXVI. S. 200. f. B. XXVIII. S. 230. d. Ueb.

wollen. Von der Elektricität führt Winkler [d]) einige Beobachtungen an, welche aber nichts entſcheiden. Bergmann [e]) verſichert dagegen, nie den mindeſten Einfluß des Nordlichts auf die Luftelektricität bemerkt zu haben.

Von der Magnetnadel haben Celſius und Hiorter [f]) zuerſt bemerkt, daß ſich ihre Abweichung beym Nordlicht merklich ändere, und gleichſam hin und her zu ſchwanken ſcheine. Einige Beobachtungen hievon hat auch Winkler [g]) geſammlet. Dieß hat man bisher immer als eine beſtätigte Erfahrung angeſehen; allein es iſt doch merkwürdig, daß der P. Hell 1769 zu Wardhus nichts davon wahrgenommen hat.

Auch hat man wahrgenommen haben wollen, daß dieſe Erſcheinung, und beſonders das Aufſteigen der Lichtſäulen, mit einem Geräuſch, wie das Sauſen eines entfernten Windes, begleitet ſey. Dieß würde anzeigen, daß der Stoff des Nordlichts nicht ſo weit von uns entfernt wäre, oder ſich zuweilen bis in den Luftkreis erſtreckte. Muſſchenbroek führt hierüber die Zeugniſſe der grönländiſchen Wallfiſchfahrer an, und Wargertin [h]) beruft ſich auf D. Gißler's Beobachtungen im nördlichen Schweden. Bergmann aber hat

d) Progr. conjectura de vi electrica vaporum ſolarium in lumine boreali. Lipſ. 1763. 4.

e) Philoſ. Tranſact. Vol. LII. P. II.

f) Abhandl. d. Schw. Ak. d. Wiſſ. B. IX. S. 30. f. B. XII.

g) Progr. de commercio luminis borealis cum acu magnetica. Lipſ. 1767. 4.

h) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XIV. S. 169. B. XV. S. 85. f.

hat nichts hievon wahrnehmen können, und bemerkt, die Bewegung mache den Beobachter geneigt, jedes Säuſeln, das er etwa aus andern Urſachen höre, dem Nordlichte zuzuſchreiben.

Gegen die Meynung derjenigen, welche die Erſcheinungen des Nordlichts von irdiſchen Dünſten herleiten, führt de Mairan an, daß ſie nicht beſtehen könne: 1. wegen der großen Höhe des Nordlichts, 2. wegen der langen Unterbrechungen, welchen doch Regen, Donner, Höfe, Nebenſonnen u. d. g. nicht ausgeſetzt ſind, 3. wegen der Erſcheinungen ſelbſt, beſonders der beſtändigen Stellung gegen Norden, die ſich aus den Dünſten gar nicht erklären läßt, da dieſe in den ſüdlichen Ländern weit häufiger ſind, 4. wegen der Monate, in welchen die Nordlichter am ſeltenſten ſind, und in welchen gerade die meiſten Dünſte aufſteigen.

Viele andere Phyſiker haben das Nordlicht für eine optiſche Erſcheinung gehalten, und aus dem Wiederſcheine des um den Nordpol befindlichen Schnees und Eiſes erklärt, welches die Sonnenſtrahlen gegen die hohle Fläche der obern Schichten des Dunſtkreiſes zurückwerfe, von welcher ſie durch eine zweyte Zurückwerfung in unſer Auge gelangten. Dieſe Meynung, welche ſchon Carteſius vorgetragen hat, hat Samuel von Triewald [1]) durch folgenden Verſuch erläutern wollen. Er ließ den Sonnenſtrahl durch eine enge Oeffnung in ein dunkeles Zimmer auf ein Prisma fallen, welches ihn auf die obere Fläche des in einem Glaſe befindlichen Branntweins ſchickte, da alsdann die farbigen Strahlen an einer weißen Tafel einen ſo natürlichen Nordſchein abmahlten, daß

1) Abhandl. der ſchwed. Akad. d. Wiſſenſch. B. VI. S. 103.

daß diesem nichts ähnlicher seyn konnte; und da die Oberfläche des Branntweins bald von dem gefärbten Sonnenlichte erwärmt ward, und folglich ausdunstete, so konnte man auch bewundernswürdige Bewegungen an der Tafel wahrnehmen, auf welcher plötzlich blitzende Strahlen hervorschossen, und sich nachher in gefärbte Wolken verwandelten, welche ihre Stellen gegen einander auf unendliche Art veränderten; kurz, man sahe alle Erscheinungen, die nur ein natürlicher Nordschein zeigt, und mit eben so vielen Veränderungen.

Dieser Erklärung setzt Mairan entgegen, sie mache das Nordlicht zu einer wahren Dämmerung, die sich beständig zeigen, auch nach den Gesetzen der Dämmerung ab- und zunehmen müßte; sie setze bey der Höhe des lichten Bogens in unsern Ländern 300 franz. Meilen hoch noch Lufttheile oder Wolken voraus, die das Licht zurückwürfen; durch diese würde man die Sterne nicht sehen können, wie durch den Schimmer des Nordscheins; die Höhe des Bogens richte sich nicht nach der Abweichung der Sonne; das Licht müßte nach dieser Erklärung unten am stärksten seyn, wo sich doch das dunkle Segment zeige; endlich sey das allgemeine Zittern des ganzen Himmels nebst den besondern Umständen des Nordlichts auf diese Art gar nicht zu erklären.

Indessen ist die Meynung, daß das Nordlicht eine optische Erscheinung sey, wieder von dem P. Hell [1]) angenommen worden, welcher bey seinem Auf-

1) Aurorae borealis theoria nova in Append. ad ephemerides astron. anni 1777.

Aufenthalte zu Wardhus in Norwegen im Jahre 1769 das Nordlicht zu einem Hauptgegenſtande ſeiner Beobachtungen gemacht hatte. Er bemüht ſich, die Erſcheinungen durch Eistheilchen mit platten Flächen zu erklären, welche in den nördlichen Gegenden des Luftkreiſes bis auf eine große Höhe ſchweben, und das Licht der Sonne ſowohl, als des Mondes, nicht bloß ein- oder zweymal, ſondern ſehr vielmal zurückwerfen ſollen. Es fallen hiebey freylich einige der vorhin genannten Schwierigkeiten hinweg, z. B. die große Höhe, welche man aus den Parallaxen geſchloſſen hat, da bey einer bloß optiſchen Erſcheinung, bey der jeder Zuſchauer etwas anders ſieht, die Methode der Parallaxen gar nicht mehr anzuwenden iſt; ferner der Einwurf, daß man Nordlichter ſieht, wenn die Sonne 60 Grad tief unter dem Horizonte und der Mond neu iſt, weil nach dieſer Hypotheſe ſehr viele Reflexionen vorgehen, und immer ein Eisblättchen dem andern den Sonnenſtrahl zuwirft. Auch erklärt ſich die Unterbrechung und Bewegung des Phänomens, da nicht immer Eisblättchen vorhanden ſind, und die vorhandenen vom Winde mannichfaltig bewegt werden; und endlich die große Stärke des Lichts, da freylich platte Flächen leicht 100mal mehr Licht auf einen Ort werfen können, als Kügelchen, woraus die Dünſte und Wolken beſtehen und die das Licht zerſtreuen. Allein es bleibt allemal noch unbegreiflich, daß gefrorne Eisblättchen ſo hoch im Luftkreiſe ſchweben ſollen, als hiebey noch immer erfordert wird, und wie man durch ſie Fixſterne ſehen könne.

Faſt keine Hypotheſe in der Phyſik iſt mit ſo vielem Fleiße, Scharfſinn, Witz und Beleſenheit ausgeführt worden, als die, nach welcher Herr von Mairan

ran [m]) das Nordlicht aus Dämpfen der Sonnenatmosphäre ableitet. Da man es als bestätigt annahm, daß die Erde bisweilen in die Gränzen der Sonnenatmosphäre eintritt, so sucht Herr von Mairan den Grund des Nordlichts in der alsdann entstehenden Vermischung beyder Atmosphären der Sonne und der Erde. Die Theile der erstern, welche der Erde nahe genug kommen, um gegen sie mehr Schwere als gegen die Sonne zu erhalten, fallen in den Luftkreis herab, werden durch die Umdrehung und Schwungkraft der Lufttheile gegen die Pole der Erde, wo kein Schwung statt findet, hingetrieben, und bleiben in den höchsten Luftschichten schweben, mit welchen sie gleiche specifische Schwere haben. Die niedrigern Schichten enthalten die gröbern dunklern Theile, welche das Segment und die dunkeln Wolken bilden, auf welchen die Luftsäulen aufstehen. Ueber diesen schwebt der feinere Stoff, der entweder an sich brennend, oder durch Reibung und Gährung mit der Erdluft entzündet ist. Dieß alles geschieht in einer beträchtlichen Höhe über der Erde, daher das Licht noch sehr weit vom Nordpole gesehen werden kann. Die westliche Abweichung des Bogens wird sinnreich erklärt. Nämlich, da sich die Erde von Abend gegen Morgen drehet, so tritt die Abendgegend des Luftkreises am spätesten in die Sonnenatmosphäre ein. Auf der Morgenseite hat der feine Stoff den Tag über schon Zeit gehabt, sich zu vertheilen, oder nahe an den Pol zu ziehen; gegen Abend zu ist er aber noch in großer Menge und in voller

m) Traité physique et historique de l'aurore boreale in den Mémoir. de Paris 1731. Auch besond. Paris 1733. 4. und sehr vermehrt 1754. 4. imgl. Eclairciſſements sur le traité physique &c. p. Mr. *de Mairan* in den Mém. de Paris 1748.

voller Bewegung, daher erſcheint das Licht mehr weſtwärts.

Hieraus erklärt der Herr von Mairan die Entſtehung des dunkeln Segments, der hellen Bogen, der Lichtſäulen und Strahlen, der Zitterungen und Blitze, der Krone am Zenith u. ſ. w. ſehr ungezwungen. Es giebt faſt keinen Umſtand, der ſich nicht ſeiner Hypotheſe ſehr leicht anpaſſen ließe. Hierauf giebt er eine Darſtellung von der Lage des Sonnenäquators und der Atmoſphäre um denſelben gegen die Erdbahn, zeigt daraus, zu welchen Jahrszeiten die Erde der Sonnenatmoſphäre am nächſten komme und ſich am meiſten in ſie einſenken könne, und findet, daß dieß gerade in eben den Monaten geſchieht, in welchen man die meiſten Nordlichter beobachtet hat. Endlich beweißt er aus den Beobachtungen des Thierkreislichts, daß ſich die Sonnenatmoſphäre bald erweitere, bald enger zuſammenziehe, daher die Erde bey manchen Umläufen auf ſie treffen, bey andern ſie verfehlen könne. Hieraus erklärt er die langen Unterbrechungen der Erſcheinung von Nordlichtern, indem er zeigt, daß ſie gerade in den Jahren gefehlt haben, in welchen man das Zodiakallicht gar nicht, oder nur ſchwach, hat bemerken können.

Da dieſe Hypotheſe mit einer ſo bewundernswürdigen Leichtigkeit faſt alle Erſcheinungen, die beym Nordlichte vorkommen, erklärte, ſo iſt es nicht zu verwundern, daß ſie zu ihrer Zeit ſehr viele Anhänger gefunden hat. Allein Euler n) und d'Alembert o) haben wichtige Zweifel dagegen gemacht, obgleich

n) Mémoir. de l'Acad. de Pruſſe. an. 1746.

o) Opuſcules mathemat. Tom. VI. p. 33.

gleich von Mairan [p]) die Euler'schen ganz glück-
ich zu heben gewußt hat. Euler selbst ist geneigt
u glauben, daß das Nordlicht von eben der Ursache
errühre, welche mache, daß die Kometenschweife auf-
eigen und sich allezeit von der Sonne abwärts keh-
en. Der wahrscheinlichste Grund, den die Astro-
nomen von der letztern Begebenheit angeführt haben,
st, daß die Sonnenstrahlen an die weite Dunstkugel
es Kometen stoßen, und die zartesten und leichtesten
Theilchen daraus absondern, mit sich führen, oder
ach der andern Seite des Kometenkörpers jagen, und
lso auf die Seite bringen, wo des Kometen Schat-
en hinfällt, bis sie gänzlich zerstreuet werden. Eben
o, glaubt Euler, stießen die Sonnenstrahlen an
nsere Luft, und würden der Erde einen Kometenschweif
eben, wenn unser Dunstkreis an zarten Dünsten so
eich wäre, als die Luft des Kometen. Indessen rich-
en die Strahlen gleichwohl etwas aus, und setzen
llemal die obere Luft, wo sie anstoßen, in einige Be-
egung. Dieses geschieht vornämlich bey den Po-
en, wo die Luft mehr als die Hälfte des Jahrs der
Wirkung dieser Strahlen ohne Unterlaß ausgesetzt ist,
ber näher bey dem Aequator ist es nicht zu bemerken,
eil die Strahlen daselbst nie über zwölf Stunden nach
inander in einerley Lufttheilchen wirken, und sich die-
e Lufttheilchen, wegen der täglichen Umdrehung der
Erde um ihre Axe, allemal in andern zwölf Stunden
en Strahlen entziehen.

Seitdem man den Blitz für eine elektrische Er-
cheinung erkannt, und die Elektricität der Atmosphä-
e wahrgenommen hat, sind die Naturforscher geneigt
orden, das Nordlicht aus der Elektricität zu erklä-
ren.

p) Mémoir. de l'Acad. de Paris. an. 1747.

ren. Der erſte, welcher auf dieſen Gedanken kam, war Canton [q]). Die Veranlaſſung hiezu gab ihm folgender Verſuch: Er machte eine Torricelliſche Luftleere in einer ohngefähr 3 Fuß langen gläſernen Röhre, und verſchloß ſie hermetiſch. Hielt er nun das eine Ende der Röhre in ſeiner Hand, und brachte das andere an den Leiter, ſo ward ſofort die ganze Röhre von einem Ende bis zum andern leuchtend; nahm er ſie vom Leiter hinweg, ſo blieb ſie noch ferner eine beträchtliche Zeit, öfters über eine Viertelſtunde lang, erleuchtet. Rieb er ſie nachher mit der Hand hin und her, ſo ward das Licht ungemein lebhaft, und erſchien ganz ununterbrochen von einer Hand zur andern, ſogar ihrer ganzen Länge nach. Nach dieſer Operation, welche die Röhre größtentheils entladete, ſah man in ihr hie und da ein Aufblitzen, ungeachtet man ſie nur an dem einem Ende, und ganz ſtill hielt. Faßte man ſie aber alsdann mit der andern Hand, an irgend einem Theile ihrer ganzen Länge, an, ſo ſchoſſen beſtändig lebhafte Lichtſtrahlen von dem einen Ende nach dem andern, und dieſes dauerte 24 Stunden, und vielleicht noch länger, ohne ein neues Elektriſiren nach einander fort. Wenn kleine und lange luftleere und manche irregulaire Art und unter mancherley Winkeln gebogene Glasröhren im Finſtern gehörig elektriſirt wurden, ſo ſtellten ſie die Erſcheinung ſehr ſchöner Blitze dar. Er fragt, ob nicht vielleicht das Nordlicht ein Uebergang der Elektricität aus poſitiven Wolken in negative durch den obern Theil der Atmoſphäre ſey? Er behauptet, daß der Nordſchein, welcher ſich zu der Zeit, da die Magnetnadel durch die Hitze der Erde in Unordnung geräth, nichts anders, als die Elektricis

q) Philoſ. Tranſact. Vol. XLVIII. P. II. p. 784. Vol. LI. P. I. p. 403.

tricität der erhitzten Luft über derselben sey, wie dieß vornämlich in den nordlichen Gegenden zu ersehen ist, indem die Veränderung der Hitze der Luft in diesen Gegenden am größten ist.

Diese Lehrmeynung, sagt Canton, scheint nicht unwahrscheinlich zu seyn, wenn man erwägt, daß man die Elektricität nunmehr als die Ursache des Blitzes und Donners kennt; daß man sie zur Zeit eines Nordscheins aus der Luft herausgebracht hat; daß die Bewohner der nordlichen Länder den Nordschein alsdann vorzüglich stark bemerken, wenn sich nach einer strengen Kälte plötzlich Thauwetter einstellt; und daß die in dieser Sache Forschenden nunmehr eine Substanz kennen gelernt haben, welche ohne Reibung bloß vermittelst der Vermehrung oder Verminderung ihrer Wärme das elektrische Fluidum sowohl von sich läßt, als auch in sich zieht, nämlich den Tourmalin, an welchem er diese Eigenschaft entdeckt hatte.

Canton bemerkt, daß er die Luft bisweilen bey heller Witterung elektrisch gefunden habe, nie aber zur Nachtzeit, außer wenn sich ein Nordlicht zeigte, und zwar alsdann nur in einem geringen Grade. In wie fern sich aus der positiven und negativen Elektricität der Luft, nebst einer gehörigen Feuchtigkeit dazwischen, um zum Leiter zu dienen, diese und andere Luftzeichen, welche man bisweilen bey heiterm Himmel wahrnimmt, erklären lassen, überläßt er fernern Untersuchungen.

Beccaria r) erklärte nun das Nordlicht ebenfalls für ein sichtbares Ueberströmen der Elektricität, welche Meynung nun fast allgemein wurde.

Die

r) Lettere dell' elettricismo. Bologna 1758. 4. p. 272.

Die erſte förmliche Theorie hierüber hat Eberhard s) entworfen. Nach ſeiner Meynung ſind die Sonnenſtrahlen, die auf den obern Theil der Polarluft fallen, noch nicht im Stande, dieſelbe zu erwärmen; ſie erſchüttern ſie nur und erregen ihre Elektricität, die ſich in dieſen Gegenden wegen der Kälte und Trockenheit vorzüglich ſtark äußert.

Zu gewiſſen Zeiten zeigt ſich an den in der Luft erhabenen Gegenſtänden, beſonders an Metallen, eine feurige Erſcheinung, wobey aus den Spitzen und Ecken der erhabenen Gegenſtände oft rauſchende Funken ausſtrömen, welche eine Zeitlang ohne Schaden fortdauren. Vornämlich zeigt ſich dieſe Erſcheinung an den Spitzen der Maſtbäume, an den hervorragenden Theilen der Schiffe bey Stürmen, an den Spitzen der Kirchthürme u. ſ. f.

Dieß Phänomen war ſchon den Alten bekannt, und man nennt es gewöhnlich das Wetterlicht, St. Elmusfeuer; die Portugieſen heißen es corpo ſanto, die Holländer vrede vyer, die Engländer comazauti und die Niederdeutſchen Weerlicht.

Von den Neuern handeln hievon Conr. Geßner t), und der Ritter von Forbin u). Letzterer giebt folgende Erzählung: "Im Jahr 1696 zog ſich plötzlich während der Nacht ein ſchwarzes Gewölk zuſammen,

s) Halliſche Intelligenzbegen v. 1758. Num. 49. und nachher in ſ. vermiſchten Abhandlungen aus der Naturlehre. Halle 1759. 8. Th. I. S. 130. f.

t) Commentar. de lunariis, et obiter de aliis etiam rebus, quae in tenebris lucent. Tiguri 1555. 8.

u) Mémoires. T. I. p. 368. und im Hamb. Magaz. B. VII. S. 425.

nen, wobey entsetzliche Blitze und Donnerschläge ents
anden. Weil ich einen starken Sturm befürchtete,
ließ ich alle Seegel einziehen. Wir sahen auf dem
Schiffe mehr als 30 St. Elmusfeuer. Eines un-
er andern befand sich oben auf dem Windflügel des
roßen Mastes, welches mehr als $1\frac{1}{2}$ Fuß hoch war.
ch schickte einen Matrosen hinauf. Als er oben war,
örte er dieses Feuer ein Gezisch machen, als wenn
nan angefeuchtetes Schießpulver anzündet. Ich be-
ahl ihn, den Flügel abzunehmen und damit herunter
u kommen. Kaum hatte er ihn aber von der Stelle
eggenommen, so gieng das Feuer davon weg, und
tzte sich auf die Spitze des Mastes, ohne daß man
s hätte davon abbringen können. Es blieb daselbst
emlich lange, bis es nach und nach vergieng. Der
edrohete Sturm hatte weiter keine Folgen, als einen
arken Regen, der etliche Stunden dauerte."

Aehnliche Beschreibungen dieser Art finden sich
i einem von Forskål an Wilke erlassenen Brie-
[x]), von Jallabert und de Saussüre [y]), von
Nicholson [z]), und von dem Prediger Spanholz
i Lichen in der Ukermark.

Seitdem der Blitz als ein elektrisches Phäno-
en erkannt wurde, hat man auch das St. Elmus-
uer für eine solche Erscheinung gehalten. Man ist
llgemein der Meynung gewesen, daß die in der Luft
ngehäufte elektrische Materie durch diese Gegenstän-
, als Leiter derselben, zur Erde geführt werde.

Von

x) Schwed. Abhandlung. B. XXI. S. 163. f. der deutf. Ueberf.
y) Histoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1767.
z) Philos. Transact. Vol. LXIV. p. 351.

Von dem ſogenannten Wetterleuchten, oder einer Art von Blitz, wobey man keinen Donner hört, auch keinen gedrungenen Feuerſtrahl ſchießen ſieht, ſondern bloß einen ausgebreiteten ſogleich wieder verſchwindenden Schein bemerkt, haben die Naturforſcher noch wenige zuverläſſige Nachrichten bekannt gemacht. Watſon [a]) beſchreibt es unter dem Nahmen Coruſcation, und vergleicht es mit den Säulen und dem Glanze des Nordlichts. Etwas ähnliches hat auch Miles an geriebenen Glasröhren bemerkt.

Bergmann [b]) bemerkt, daß unter den Luſterſcheinungen, welche die Naturforſcher nicht vollkommen haben erklären können, beſonders der Blitz ohne Donner gehöre. Dieſe Erſcheinungen ſeyen ohne Zweifel von mehrerley Art, und rührten von ungleichen Urſachen her. Er führt einige Beobachtungen vom Wetterleuchten an, und glaubt, daß, um Blitz ohne Donner zu erhalten, ſich viele Wege denken laſſen. Er führt einige an, von welchen man mit Sicherheit wiſſe, daß ſich die Natur ihrer bediene: 1. ein ſo weit entfernter Donner, daß man nur den Blitz ſieht und den Knall nicht hört; 2. wenn zarte Dünſte ſehr hoch ſteigen, und andern Sammlungen von Dünſten das elektriſche Feuer mittheilen oder aus ihnen in ſich nehmen, ſo ereigne ſich ein Glanz ohne Donner, weil die umliegende Luft, ihrer Dünne wegen, keinen merklichen Schall fortpflanzen könne. Daß die Dünſte ſehr hoch ſteigen könnten, davon überzeugten uns Bouguers Bemerkungen, da er auf den Cordilleras war; das übrige laſſe ſich hinlänglich aus der

a) Philoſ. Tranſ. Vol. XLVII. p. 367.

b) Abhandl. der ſchwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXII. S. 62. f. der deutſ. Ueberſ.

r elektrischen Theorie des Donners erläutern, und it elektrischen Versuchen im luftleeren Raume bes ätigen. Der sogenannte Kornblitz, oder das Wet= rleuchten zur Erndtezeit, werde oft von den beyden)en erwähnten Umständen verursacht werden.

Meynungen über das Wesen der Elektricität.

Nachdem du Fay die beyden entgegengesetzten lektricitäten, welche er die glashafte und harzige lektricität nannte, entdeckt hatte, kam er auf die Vorstellung von zwey verschiedenen elektrischen Flüs= gkeiten, welche in Ansehung ihrer selbst sich zurück= oßen und einander anziehen. Allein davon hatte keinen Begriff, daß diese beyden Arten bey je= r elektrischen Operation vorhanden wären, und daß : beyde allemal durch Glas und Harz allein hervorge= :acht würden. Das Anziehen und Zurückstoßen erklärte aus gewissen die elektrisirenden Körper umringenden Wirbeln. Wenn eine Pflaumfeder, sagt er, auf die :riebene Glasröhre fällt, so wird sie sogleich in die öhe zurückgestoßen, und man kann aus der Höhe, welcher sie über der Röhre schwebt, auf diejenige chicht des Wirbels schließen, welche Kraft genug t, das Gewicht der Feder zu tragen; denn schnei= t man die Feder in kleine Stückchen, so halten sich ese in weit größern Entfernungen. Die Erklärung t leicht. Sobald nämlich die Feder die Röhre be= ihrt hat, wird sie elektrisirt, und bekommt selbst ei= n kleinen elektrischen Wirbel um sich. Dadurch ird sie zurückgestoßen, bis ihr Wirbel, der sich nach r entgegengesetzten Richtung gegen den Wirbel der öhre auszubreiten sucht, zerstreut, oder wenigstens trächtlich vermindert ist. Du Fay erklärt sich aber rgends darüber, wie er sich den Unterschied zwischen

den Wirbeln beyder Elektricitäten und die Urſache ihrer Anziehung vorſtelle.

Die Erſcheinungen des ausſtrömenden Lichts, des Blaſens, das man dabey fühlt, des elektriſchen Funkens und des phosphoriſchen Geruchs fiengen an, die Phyſiker auf die Vermuthung einer eigenen elektriſchen Materie zu führen, welche einige für einen ganz eigenen Grundſtoff, andere für das Elementarfeuer, noch andere, wie Boulanger c), für die feinern Theile der Atmoſphäre hielten, welche ſich beym Reiben nach Wegnehmung der gröbern Theile auf den Oberflächen der Körper anhäuften. Man glaubte, dieſe Materie habe ihren Siz vorzüglich in den elektriſchen Körpern, werde durch das Reiben loß gemacht und in Thätigkeit geſezt, und fahre aus den geriebenen Körpern in die daran gebrachten Leiter.

Als man aber fand, daß die Elektricität des Reibzeuges gerade das Gegentheil von der Elektricität des Leiters, und in aller Abſicht mit derjenigen einerley war, welche man vorher durch das Reiben des Siegellacks, Schwefels, Harzes u. ſ. f. hervorgebracht hatte, mithin ſah, daß die beyden Elektricitäten zugleich von ein und eben demſelben elektriſchen Körper, und vermittelſt ein und eben deſſelben Reibens, hervorgebracht würden: ſo zogen alle Elektriſirer, und unter andern auch du Fay ſelbſt, daraus den Schluß, daß beyde nichts weiter, als zufällige Modificationen ein und eben derſelben Flüſſigkeit wären; und darauf ward die alte Lehre von den verſchiedenen Elektricitäten durchgängig abgeſchaft.

Die

c) Traité de la cauſe et des phénomènes électr. Paris. 1750. 8.

Die merkwürdigste der damaligen Theorien ist es Abts Nollet Hypothese der gleichzeitigen Aus- ind Zuflüsse. Dieser geschickte Experimentator bewieß uerst das Daseyn einer elektrischen Materie, die weit einer als die Luft sey, sich auch nicht in Wirbeln, ondern in geraden Linien bewege, und Atmosphären m elektrische Körper bilde. Diese Materie strömt ach seiner Meynung aus dem elektrisirten Körper us, zu gleicher Zeit aber strömt eben so viel davon us den benachbarten Körpern, ja selbst aus der an- iegenden Luft, in den Körpern hinein. Bey star- er Elektricität entzünden sich diese Ströme durch den Stoß ihrer Strahlen, und werden leuchtend. Die wischenräume, aus welchen die Materie ausgeht, nd nicht so zahlreich, als die, wodurch sie eindringt. Die ausströmende Materie bildet Büschel von diver- irenden Strahlen, welche, wenn sie auch in einiger ntfernung nicht mehr sichtbar sind, doch noch immer eiter fortgehen. Diese Materie durchdringt die Leiter hr leicht, die Nichtleiter aber schwer oder gar nicht, enn sie nicht gerieben oder erwärmt werden. Sie t überall verbreitet, und wahrscheinlich einerley mit em Elementarfeuer, nur daß sie sich bisweilen mit inigen feinen Theilen der Körper verbindet.

Aus diesen Sätzen erklärt nun Nollet das An- iehen und Zurückstoßen leichter Körper auf folgende rt. Die Ausflüsse geschehen aus wenigen Punkten nd büschelförmig, die Zuflüsse nach allen Punkten. in leichter kleiner Körper wird also in einiger Ent- ernung von den zufließenden Strömen ergriffen, und ärker fortgeführt, als ihn die durch die Divergenz eschwächten Strahlen der Ausflüsse wegtreiben. So liegt er bis an den elektrisirten Körper, wo die aus-

fließenden Büſchel näher beyſammen ſind, und ihn alſo zurückſtoßen. Während dieſer Zeit wird er ſelbſt durch Mittheilung elektriſirt, d. h. es entſteht Ausfluß aus ſeinen eigenen Poren, und Einſtrömen in dieſelben. Unter dieſen Umſtänden kann er nicht wieder angezogen werden, weil ſeine Ausflüſſe den Ausflüſſen des andern Körpers entgegengeſetzt ſind. Verliert er aber ſeine Elektricität durch die Berührung mit andern Körpern, ſo kehrt er wieder in ſeinen anfänglichen Zuſtand zurück, und wird aufs neue angezogen.

Zwiſchen den beyden verſchiedenen Arten der Elektricitäten des Glaſes und des Harzes ſcheint Mollet keinen Unterſchied weiter anzunehmen, als daß jene ſtärker, dieſe ſchwächer ſey.

Die zufällige Entdeckung der Leydner Flaſche legte den Phyſikern der damaligen Zeit ein unerklärbares Räthſel vor. Mollet verſuchte ſeine Hypotheſe darauf anzuwenden, ohne jedoch gehörige Rückſicht auf die verſchiedenen Elektricitäten der beyden Seiten des Glaſes zu nehmen. So hatte er alſo nicht einmal einen richtigen Begriff von der Ladung der Flaſche, die er überhaupt nur für Ueberfüllung mit elektriſcher Materie annahm. Die Erſchütterung beym Entladen erklärte er durch das Zuſammenſtoßen zweyer elektriſcher Ströme, wovon der eine aus der innern, der andere aus der äußern Seite der Flaſche komme, die ſich im Körper der entladenden Perſon begegneten, und dadurch die in ihr enthaltene elektriſche Materie erſchütterten. Ganz wider die Erfahrung nahm er an, man könne auch iſolirte Flaſchen laden; denn ſeine Hypotheſe enthält keinen Grund, warum es unmöglich ſeyn ſollte. Eben ſo läugnet er beym Entladen die Nothwendigkeit der Verbindung beyder

Seis

Seiten, und meint, man dürfe nur die äußere Seite mit dem Conduktor der Maschine verbinden, gerade als ob dieß nicht auch eine Verbindung beyder Seiten wäre. In seinem Versuche nämlich ist der Conduktor mit der innern Seite durch ein Vacuum verbunden, welches so gut als ein Leiter ist.

Nach Einigen, und vornämlich nach Wilson, ist die wirkende Hauptursache bey allen elektrischen Operationen nichts anders, als der Aether, welcher in allen Körpern mehr oder weniger dicht ist, nach dem Verhältnisse der Weite ihrer Zwischenräumchen und Oeffnungen, außer daß derselbe in schwefelichten und fettigen Körpern weit dichter ist. Diesem Aether schreibt man die Haupterscheinungen des Anziehens und Zurückstoßens zu, da man hingegen das Licht, den Geruch und andere in die Sinne fallende Eigenschaften der elektrischen Flüssigkeit den gröbern Theilen der Körper, welche aus denselben durch das nächtige Wirken des Aethers herausgetrieben werden, beyzumessen pflegt. Verschiedene Erscheinungen der Elektricität versuchte man auch durch eine gewisse auf der Oberfläche aller Körper befindliche subtile Zwischenmaterie zu erklären, welche die Ursache der Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen ist, und zugleich dem Ein- und Austritte dieses Aethers wis versteht. Diese Zwischenmaterie, sagt man, erstreckt sich bis zu einer kleinen Entfernung vom Körper, und ist von einerley Beschaffenheit mit der elektrischen Flüssigkeit. Auf der Oberfläche der elektrischen Körper hingegen ist sie dicht, und widersteht demselben. Diese Zwischenmaterie wird durch Hitze verdünnt, welche Nichtleiter in Leiter verwandelt.

Sogleich nach dem Leydner Verſuche ward D. Watſon's Entdeckung bekannt, daß der geriebene Körper die Elektricität nicht aus ſich ſelbſt hervorbringe, ſondern aus dem Reibzeuge ſammle. Dieß änderte die bisherigen Vorſtellungen der Phyſiker von der Erregung der Elektricität, und brachte ſchon Watſon'n ſelbſt auf den Begriff von Plus- und Minus-Elektricität, oder davon, daß die den Funken ziehende Perſon aus der Kugel eben das erhalte, was ihr das Reibzeug gegeben habe, daher vor dem Ziehen des Funkens die Kugel mehr, und das iſolirte Reibzeug weniger Elektricität als ſonſt gehabt haben müſſe. Watſon hat ſeine Abhandlungen hierüber ſchon zu Anfange des Jahrs 1747 in den philoſoph. Tranſact. Vol. XLIV. und XLV. bekannt gemacht.

Indeſſen hatte Franklin zu Philadelphia eben daſſelbe bemerkt. Wenn zwey Perſonen auf Wachs ſtanden, wovon die eine die Röhre rieb und die andere den Funken daraus zog, ſo waren beyde elektriſirt, und gaben ſich unter einander ſelbſt einen ſtärkern Funken, als wenn jede von einer dritten berührt ward. Er ſchloß daraus, daß eine von beyden das hergebe, was die andere erhalte, und daß alſo vor dem hergeſtellten Gleichgewichte die eine mehr, die andere weniger gehabt habe. Dieß gab ihm Anlaß, die Elektricität der einen die poſitive, die der andern die negative zu nennen, und darüber folgende Sätze anzunehmen.

Es iſt durch alle Körper eine ſubtile Materie verbreitet, von welcher alle elektriſche Erſcheinungen abhangen.

Dieſe elektriſche Materie iſt ein expanſibles Fluidum, oder eine ſolche, deren Theile einander zurückſtoßen.

Das

Das elektriſche Fluidum wird von den Theilen nderer Körper angezogen und kann dadurch in den uſtand gebracht werden, daß es aufhört, expanſibel ı ſeyn.

Jeder Körper kann aber durch ſeine Anziehungs: aft zur elektriſchen Materie nur eine gewiſſe Men: davon enthalten, wenn ihre expanſive Kraft arin im Zuſtande des Gleichgewichts ſeyn, und wenn keine elektriſche Erſcheinungen äußern ſoll. Dieſen uſtand kann man die Sättigung des Körpers mit ektriſcher Materie nennen; man nennt ihn auch den atürlichen Zuſtand der Elektricität eines Körpers.

Wenn ein Körper eine größere Quantität des lektriſchen Fluidums erhält, als ſein natürlicher Zu: and erfordert, ſo wird er poſitiv elektriſirt, oder er: ngt Plus: Elektricität.

Wenn ihm hingegen von der Quantität der elek: iſchen Flüſſigkeit, die ſeinem natürlichen Zuſtande ngemeſſen iſt, etwas entzogen wird, ſo wird er egativ elektriſirt, oder erlangt Minus: Elektricität.

Alle nicht iſolirt leitende Körper ſind im natür: lchen Zuſtande der Elektricität.

Der poſitive oder negative Zuſtand der Elektri: ität kann nur iſolirten Körpern zukommen.

Das elektriſche Fluidum kann aus einem Körper n den andern nur dann übergehen, wenn das elek: riſche Gleichgewicht gehoben iſt, und kein Wider: land eines Nichtleiters den Uebergang hindert.

Ein Körper, aus welchem das elektriſche Flui: um in einen andern übergehen ſoll, muß in Bezie: ung auf dieſen Plus: Elektricität haben.

Aller poſitive oder negative elektriſche Zuſtand der Körper entſteht entweder durch Uebergang oder Vertheilung des elektriſchen Fluidums.

Uebrigens hat Franklin ſelbſt von ſeiner Theorie nie anders als mit Mißtrauen geſprochen. Seine Verdienſte gründen ſich auch nicht ſowohl auf dieſe ſeine Theorie, als vielmehr auf die wohlgeordneten Vorſtellungen, welche er durch dieſelbe ſeinen Nachfolgern verſchafft hat, und auf ſeine übrigen Entdeckungen und wichtigen Anwendungen derſelben. Er ſelbſt führt an, es ſey der Menſchheit mehr an der Kenntniß der Geſetze der Natur, als an der Kenntniß ihrer Urſachen gelegen. Es ſey ſehr nützlich, zu wiſſen, daß das Porzellan ohne Stütze herabfalle und zerbreche; aber warum es falle, und warum es zerbreche, ſey ein Gegenſtand der bloßen Speculation. Es iſt ein Vergnügen, das zu wiſſen, ſetzt er hinzu, aber wir können auch unſer Porzellan ohne dieſes bewahren.

Die Herren Wilke und Aepinus haben vorzüglich dem Franklin'ſchen Syſteme ein großes Anſehen verſchafft, indem ſie daſſelbe in eine beſſere Ordnung gebracht, und einen richtigern Begriff von den elektriſchen Wirkungskreiſen, als Franklin noch hatte, gegeben haben. Ueberhaupt legten ſie die erſten Gründe zu den neuern Erweiterungen der Lehre von der Elektricität, und beſonders von der Vertheilung derſelben, welche mehrentheils nur auf deutlichere Entwickelung der in ihren Schriften ſchon enthaltenen Erfindungen und Sätze hinauslaufen. Wilke iſt zwar nachher mehr auf die Meynung des Hrn. Symmers von zwey verſchiedenen elektriſchen Materien

terien

terien übergetreten, anfänglich aber hat er doch Franklin's System mit vieler Stärke vertheidigt.

Die vorzüglichsten bekannten Erscheinungen lassen sich nach Franklin's Theorie auf diese Art erklären: Wenn die Glasröhre gerieben wird, so wird dadurch dem Reibzeuge die elektrische Materie entzogen, und wegen der nicht leitenden Eigenschaft des Glases auf der Oberfläche desselben angehäuft. Ist nun das Reibzeug isolirt, so kann es seinen Mangel an elektrischer Materie nicht wieder ersetzen, folglich ist es negativ elektrisirt. In den Fällen, wo der Körper negativ elektrisirt wird, giebt dieser von seiner elektrischen Materie her, und dieß erhält das Reibzeug; daß folglich in diesem Falle das Reibzeug, wenn es isolirt ist, positive Elektricität zeigt, während der geriebene Körper negative hat. Ist das Reibzeug durch leitende Körper mit der Erde verbunden, und kann die von demselben ins Glas übergegangene elektrische Materie wieder ersetzt werden, so bleibt auch beständig das Reibzeug im natürlichen Zustande, und kann daher immer neue elektrische Materie in das Glas überführen, wenn diese abgeleitet wird.

Ein jeder elektrisirter Körper hat einen größern oder geringern Wirkungskreis, in welchem sich das elektrische Anziehen und Abstoßen äußert. Der negativ elektrisirte Körper hat eben so gut einen elektrischen Wirkungskreis, als der positiv elektrisirte. Dieser entsteht nach Franklin's System allein durch die Vertheilung der natürlichen elektrischen Materie der Luft. Wird nämlich ein Körper positiv elektrisirt, so wird die zurückstoßende Kraft der auf ihm angehäuften elektrischen Materie auch auf die natürliche elektrische Materie der Luft wirksam, und stört diese in ihrem

Gleich-

Gleichgewichte, ſo daß ſie nun ſelbſt Zurückſtoßungskraft in ihren Theilen, und Anziehungskraft gegen andere Materien um den elektriſirten Körper herum zeigt. Die Luft ſelbſt erhält hiebey als ein Nichtleiter keine elektriſche Materie durch Mittheilung von dem elektriſirten Körper, als in ſo fern ſie leitende Subſtanz enthält. Wird im Gegentheil der Körper negativ elektriſirt, ſo wird ebenfalls der natürliche Zuſtand der Elektricität der Luft gehoben, ihre natürliche elektriſche Materie ſtrebt, in den Körpern einzudringen, oder wird von dem Körper angezogen, ohne ſich jedoch, wegen der nicht leitenden Eigenſchaft der Luft, ihm mittheilen zu können. Weil alſo dieß Beſtreben der elektriſchen Materie der Luft gegen den negativ elektriſirten Körper offenbar eine thätige Kraft beweißt, ſo muß ſie auch nothwendig dieſelbe elektriſche Materie aus andern benachbarten Körpern anziehen.

Wenn ein iſolirter leitender Körper dem poſitiv elektriſirten Körper nahe gebracht wird, ſo daß er in ſeinen Wirkungskreis kommt, ſo ſucht ſich die abſtoßende Kraft der wirkſam gewordenen elektriſchen Materie der Luft in dieſem Wirkungskreiſe auf die natürliche elektriſche Materie gleichförmig zu verbreiten, ohne jedoch wegen der nicht leitenden Eigenſchaft der Luft in den Leiter übergehen zu können. Es wird alſo die natürliche elektriſche Materie des Leiters aus dem Gleichgewicht gebracht, und ſie häuft ſich folglich in dem entfernten Ende des Leiters mehr an, während in dem genäherten Ende ihre natürliche Menge vermindert iſt. Wäre hingegen der Körper negativ elektriſirt, ſo ſtrebt die natürliche elektriſche Materie des iſolirten Leiters diejenige elektriſche Materie der Luft, welche ein Beſtreben gegen den negativ elektriſirten Kör-

Körper hat, zu ersetzen; daher wird auch die natürliche elektrische Materie des isolirten Leiters aus dem Gleichgewichte gebracht, und häuft sich folglich in dem genäherten Ende des Leiters an, wird also hier positiv und im entgegengesetzten Ende negativ elektrisirt.

Das Anziehen und Abstoßen leicht beweglicher leitender Körper wird nach dem Franklin'schen Systeme so erklärt. Nimmt man z. B. zwey Korkkügelchen positiv elektrisirt an, so fliehen sie einander, weil sie ihren Ueberfluß an elektrischer Materie an die umgebende Luft abzusetzen streben. Eine einzige auf diese Weise elektrisirte Korkkugel würde dieß nach allen Seiten hin gleichförmig thun; folglich muß sie ruhen. Bey zwey oder mehreren sich berührenden aber muß jenes Bestreben nach der äußern Seite hin stärker seyn, als nach der andern, und sie scheinen also einander abzustoßen. Gesetzt auch, die Korkkügelchen wären negativ elektrisirt, so suchen sie ihren Mangel an elektrischer Materie aus der Luft zu ersetzen, und scheinen sich abzustoßen, weil auch hier die elektrische Materie der umgebenden Luft durchs Anziehen auf ihrer äußern Seite stärker wirkt. Bey zwey ungleichartig elektrisirten isolirten leicht beweglichen leitenden Körpern, welche einander genähert werden, muß das Streben nach der innern Seite zu stärker als nach der äußern Seite der Wirkungskreise seyn, und sie müssen sich also nähern. Auch läßt sich hieraus das wechselseitige Anziehen und Zurückstoßen eines leicht beweglichen isolirten Leiters zwischen einem elektrisirten und unelektrisirten Körper sehr leicht begreifen.

Was aber dem Franklin'schen System den meisten Glanz gab, war die schöne Erklärung des Leydner Versuchs, der dadurch in einem über alle Erwar-

tung

tung deutlichen Lichte erſchien. Franklin behauptete nämlich, das Glas ſey undurchdringlich für die elektriſche Materie ſelbſt, nicht aber für die Wirkungen ihres Anziehens und Abſtoßens. Wenn nämlich die innere Belegung der Flaſche poſitiv elektriſirt wird, ſo verurſacht die an der innern Fläche des Glaſes angehäufte elektriſche Materie vermittelſt ihrer zurückſtoßenden Kraft eine elektriſche Atmoſphäre im Glaſe, und die natürliche elektriſche Materie der äußern Belegung wird abgeſtoßen. Iſt nun die äußere Belegung mit Leitern umgeben, ſo wird dieſe abgeſtoßene elektriſche Materie fortgeführt, mithin kann die der innern Belegung mitgetheilte Elektricität daſelbſt angehäuft, und die Flaſche geladen werden. So viel elektriſche Materie der innern Belegung zugeführt wird, ſo viel wird dadurch in der äußern Belegung zurückgeſtoßen. So viel Ueberfluß an elektriſcher Materie alſo die innere Belegung erhält, eben ſo groß wird der Mangel derſelben an der äußern Belegung. Daraus folgt, daß die äußere Belegung negativ elektriſirt ſeyn muß, wenn die innere poſitiv iſt, wie es auch die Erfahrung beſtätigt. Wäre dagegen die Flaſche iſolirt, ſo kann alsdann die äußere von der innern durch Mittheilung gehäuften elektriſchen Materie zurückgeſtoßene nicht abgeführt werden, mithin wirkt die äußere elektriſche Materie durch ihre eigene Zurückſtoßungskraft auf die der innern Belegung mitgetheilte elektriſche Materie zurück, hindert alſo ihre Anhäufung daſelbſt, und die Flaſche kann nicht geladen werden. Wenn die innere Belegung der Flaſche negativ elektriſirt wird, ſo wird ihr dadurch elektriſche Materie entzogen. Das elektriſche Fluidum der äußern Belegung will durch die zurückſtoßende Kraft dieſen Mangel erſetzen, wodurch die äußere Belegung

fähig

fähig wird, aus den benachbarten leitenden Körpern so viel elektrische Materie anzuziehen, als die innere Belegung verliert. In diesem Falle wird also die äußere Belegung positiv elektrisirt. Wäre die äußere Belegung isolirt, so kann nun die Flasche nicht geladen werden, weil die verstärkte Anziehung der äußern Belegung gegen die elektrische Materie die Entziehung derselben von der innern hindert.

Ist also die Leydner Flasche geladen, und wird die innere Belegung mit der äußern in Verbindung gebracht, so geht der Ueberfluß der elektrischen Materie in der positiven Seite auf die negative über, und der natürliche Zustand beyder Belegungen wird wieder hergestellt. Muß alsdann dieser elektrische Strom die Luft durchbrechen, oder durch einen andern Nichtleiter gehen, welcher ihm Widerstand genug entgegen setzen kann, oder kann der Leiter den ganzen Strom nicht fassen, so entsteht eine Explosion.

Der Einfluß der Spitzen beym Ein- und Ausströmen der elektrischen Flüssigkeit ist bey keiner einzigen Hypothese auf eine recht deutliche Art erklärt worden. Franklin suchte die Wirkung zugespitzter Körper aus der Anziehung gegen die elektrische Materie herzuleiten. Diese, sagt er, sey desto stärker, je größer die Oberfläche ist, welche einem Theile der elektrischen Atmosphäre zur Basis dient. Bey einem zugespitzten Körper ist die Basis sehr gering, mithin wirkt die elektrische Anziehung des elektrisirten Körpers gegen die Spitze sehr schwach, und das elektrische Ein- und Ausströmen ist daselbst weit schwächer, als da, wo die Basis eine breite Fläche darstellt. Franklin gesteht aber selbst, daß er mit dieser Erklärung nicht vollkommen zufrieden sey.

Man

Man hat dem Franklin'ſchen Syſteme vorzüglich entgegenſtellt, daß noch kein einziger Verſuch entſcheidend dargethan hätte, welche Elektricität poſitiv, und welche negativ ſey. Selbſt Wilke führt dieſes an. Da dieſer aber doch annimmt, daß dasjenige, was man poſitiv nennt, wirklich alſo ſey, und daß glattes Glas z. B., welches über Schwefel gerieben wird, das elektriſche Fluidum daraus anziehe, ſo ſuchte er dieß aus eben den Grundſätzen zu erklären, nach welchen Waſſer auf rauhen Oberflächen tropfenweiſe zu ſtehen, auf glatten ſich hingegen überall zu verbreiten pflegt. Er wollte behaupten, daß die elektriſche Materie von der glatten Oberfläche des Glaſes ſtärker angezogen werde, und ſich daher über derſelben verbreite, da es ſich hingegen von den elektriſchen Körpern, deren Oberflächen rauher ſind, zurückziehe.

Uebrigens unterſcheidet Wilke drey Urſachen der Erregung der Elektricität: das Erwärmen, Schmelzen und Reiben der Körper, und warnt, die freywillige Elektricität mit der mitgetheilten zu verwechſeln. Durch jene verſteht er diejenige, welche der Erfolg des Aneinanderbringens, oder des gegenſeitigen Wirkens zweyer Körper iſt, vermöge deſſen der eine poſitiv und der andere negativ elektriſirt wird; da hingegen mitgetheilte Elektricität diejenige iſt, welche einem Körper oder einem Theile eines Körpers, er möge elektriſch oder unelektriſch ſeyn, beygebracht oder ertheilt wird, ohne daß derſelbe vorher warm gemacht, geſchmolzen oder gerieben worden wäre, oder ohne ein gegenſeitiges Wirken zwiſchen ihm und irgend einem andern Körper. Dieſen Unterſchied beſtimmte Wilke genauer, als es vorher geſchehen war, und führt verſchiedene Fälle an, wo dieſe Elektricitäten öfters mit einander verwechſelt werden.

Beccaria nimmt zwar auch die Theorie der positiven und negativen Elektricität an, erklärt aber einige elektrische Erscheinungen anders, als die übrigen Anhänger dieses Lehrgebäudes. Er behauptet, daß elektrisirte Körper bloß in dem Augenblicke, da sie das elektrische Fluidum entweder von sich lassen oder annehmen, sich gegen einander bewegen, und daß diese Wirkung daher entstehe, weil die elektrische Materie, indem sie hindurchgeht, einen luftleeren Raum verursacht, und weil nachher die benachbarte Luft zusammenfällt und solchergestalt die Körper an einander stößt. Dieser luftleere Raum, sagt er, ist bey starken Donnerschlägen sehr merklich, weil Thiere getödtet worden sind, ohne von dem Blitze berührt worden zu seyn, indem plötzlich um sie herum ein luftleerer Raum entsteht, und die Luft, um diesen Raum auszufüllen, aus ihrer Lunge herausgeht, welche letztere dadurch leer wird; da hingegen die Lunge von Personen, welche eigentlich durch den Blitz getödtet werden, aufgetrieben befunden wird.

Zur Bestätigung dieser Lehrmeynung sagt er: die Elektricität ertheile den Körpern um so viel weniger Bewegung, je mehr man ihnen die Luft entzogen hat, und es sey gar nicht möglich, sie im luftleeren Raume in Bewegung zu setzen; auch sey an einem Barometer, in welchem sich eine völlige Luftleere befinde, kein elektrisches Licht wahrzunehmen. Hieraus folgert er, daß elektrisches Licht bloß vermittelst gewisser zitternder Bewegungen, welche es in der Luft erregt, sichtbar werde.

Um das Sammlen oder Zerstreuen der Elektricität durch Spitzen zu erklären sagt er: die Erfahrung beweise, daß das elektrische Fluidum sich in den klein-

ſten Körpern mit der größten Heftigkeit bewege. Alle elektriſche Erſcheinungen werden demnach an den Spitzen der Körper am merklichſten ſeyn, und mithin werden ſie daſelbſt am geſchwindeſten zerſtreuet.

Der Franklin'ſchen Theorie ſteht eine andere entgegen, welche Robert Symmer aufgeſtellt hat, und die anfänglich keinen ſonderlichen Beyfall fand. Nach dieſer Theorie giebt es zwey verſchiedene elektriſche Materien, wovon die eine, wenn ſie einzeln thätig iſt, den poſitiven, die andere aber den negativen Zuſtand Franklin's zuwege bringt. Es rührt daher dieſer letzte Zuſtand ebenfalls von einem poſitiven Werthe her. Dieſe beyden verſchiedenen Materien ziehen ſich unter einander an, und bey ihrer Vereinigung in einem Körper heben ſie ſich in ihren Wirkungen gegen einander auf, ſo daß ſie ſich in dieſem Zuſtande gleichſam binden, und alle ſenſible Elektricität zernichten. Hieraus ſieht man, daß nach dieſem dualiſtiſchen Syſteme eine jede der entgegengeſetzten elektriſchen Materien nur einzeln für ſich eine expanſible flüſſige Materie iſt, daß ſie es aber in ihrer Verbindung nicht mehr ſind. Im natürlichen Zuſtande hat ein jeder Körper, wann er kein Zeichen der Elektricität von ſich giebt, beyde elektriſche Materien unter ſich verbunden, und zwar ſo, daß ſie ſich gegen einander aufheben. Wird dieß Gleichgewicht der beyden elektriſchen Materien auf irgend eine Art aufgehoben, ſo wird nun der Körper elektriſirt. Er wird poſitiv elektriſirt, wenn ihm die freye poſitive elektriſche Materie mitgetheilt, oder wenn ihm von ſeiner negativen elektriſchen Materie entzogen wird. Dagegen erhält er die negative Elektricität, wenn ihm freye negative elektriſche Materie mitgetheilt, oder wenn ihm von ſeiner natürlichen poſitiven elektriſchen Materie entzogen wird.

Nach

Nach diesem System lassen sich die vorzüglichsten elektrischen Erscheinungen folgender Maaßen erklären. Durch das Reiben des Glases am Reibzeuge wird die positive elektrische Materie des letztern frey; das Glas führt wegen seiner nicht leitenden Eigenschaft diese elektrische Materie nicht gleich durch seine Substanzen weiter, und zeigt nun positive Elektricität; die negative Elektricität des Reibzeugs bindet jene positive nicht mehr ganz, und wenn es isolirt ist, so kann diese positive elektrische Materie in ihm nicht ersetzt werden, und seine negative elektrische Materie ist daher ebenfalls frey. Mithin zeigt nun das Reibzeug negative Elektricität, während das Glas positive hat. Eben so ist es auch in andern Fällen, wenn der reibende elektrische Körper negative elektrische Materie aus dem Reibzeuge los macht, dann hat dieses positive Elektricität. Wenn aber das Reibzeug durch leitende Körper mit der Erde verbunden ist, so zieht es immer wieder so viel positive elektrische Materie an, daß seine negative nicht frey bleibt, und es kann daher immer neue positive elektrische Materie an das reibende Glas abgeben, wenn diese weiter abgeführt wird.

Was die Ladung und Entladung der Leydner Flasche betrifft, so läßt sich die Erklärung nach diesem Systeme ebenfalls leicht geben. Wird nämlich die innere Belegung durch Mittheilung elektrisirt, z. B. positiv, so stößt die dem Glase zugeführte Elektricität die gleichnamige der äußern Belegung ab, und bindet die ungleichnamige, oder die negative Elektricität. Ist die äußere Belegung isolirt, so kann sie ihre zurückgestoßene positive elektrische Materie nicht fahren lassen, und ihre negative wird nicht frey, folglich kann auch die innere Belegung keine positive elektrische Materie er-

halten, und die Flaſche kann alſo nicht geladen werden. Berührt man aber die äußere iſolirte Belegung, während der innern poſitive elektriſche Materie zugeführt wird, mit dem Finger, ſo erhält man einen Funken, indem nun die abgeſtoßene poſitive elektriſche Materie ſich mit der negativen aus dem Finger ſättigen kann. Iſt die äußere Belegung nicht iſolirt, ſo kann dieſe poſitive elektriſche Materie ſtets abgeführt und die Flaſche völlig geladen werden. Die geladene Flaſche zeigt nun, wenn ſie völlig iſolirt iſt, bey der Berührung ihrer einzelnen Belegung keine Funken, weil die poſitive elektriſche Materie der einen Seite durch das Glas hindurch hindert, daß die negative elektriſche Materie der andern Seite ſich mit neuer poſitiver elektriſcher Materie aus dem berührenden Leiter ſättigen kann, und auch die negative elektriſche Materie der einen Seite nicht zuläßt, daß die poſitive elektriſche Materie der andern Seite ſich mit friſcher negativer Elektricität ſättige. Bringt man aber beyde Belegungen in eine leitende Verbindung, ſo fällt dieſe Urſache weg, und beyde entgegengeſetzte Elektricitäten ſättigen ſich nun durch wirklichen Uebergang, da ſie ſich vorher nur banden, und es entſteht der Erſchütterungsfunken.

Seitdem Wilke in den Jahren 1762 und 1763 ſeine elektriſchen Verſuche mit den Spitzen erweitert und vervielfältigt hat, ſchien er ſich mehr auf Symmer's Theorie zu neigen. Da er nämlich überzeugt wurde, daß alle Spitzen, ſie mögen poſitiv oder negativ elektriſirt ſeyn, elektriſche Materie ausblaſen, ſo bemerkte er, daß wir noch keine Theorie der elektriſchen Wirkungen hätten, welche nicht gegen irgend eine gemachte Beobachtung anſtoße, oder

oder sehr große Verbesserungen nöthig habe. Franklin's Hypothese sey unläugbar die am besten ausgearbeitete Hypothese von den entgegengesetzten Elektricitäten; aber sie habe doch bey negativen Zurückstossungen und Spitzen eine schwache Seite. Nollet's sinnreiche Gedanken von einer zugleich aus- und einfließenden Materie schickten sich besser zu diesen und andern Versuchen; aber die Wirkungen der entgegengesetzten Elektricitäten ließen sich nicht alle daraus erklären, daher sie auch öftern Zweifeln ausgesetzt seyen. Symmer habe unlängst du Fay's und die ältere Meynung von verschiedenen Materien vorgetragen; aber die Gründe, die er anführe, seyen nicht entscheidend, und ließen sich bequem bey den übrigen Theorien, besonders der Franklin'schen, anbringen. Sein Gedanke, den er hiebey äußert, ist dieser: Könnten nicht die entgegengesetzten Elektricitäten von verschiedenen Materien herrühren, welche jede für sich die Eigenschaften haben, die wir der elektrischen Materie zuschreiben, daß sie von den Körpern angezogen werden, ihre Theile sich aber unter einander selbst zurückstoßen? Diese Materien ziehen einander an, und machen vereinigt das Wesen in den Körpern aus, das für sich selbst nicht eher wieder als Elektricität würkt, als bis es wieder in seine Theile und seinen Grundstoff aufgelößt wird. Nachher hat sich Wilke noch mehr für die Symmer'sche Theorie erklärt.

Auch Torbern Bergmann fand Schwierigkeiten bey den Spitzen nach Franklin's Theorie. Diese sonst auf die meisten Erfahrungen so wohl passende Hypothese, sagt er, könne mit den Wirkungen der negativen Spitzen nicht bestehen, weil diese sowohl als die positiven merklich blasen, ja oft so

ſtark, daß Lichter dadurch ausgelöſcht werden, Verliefungen in flüſſigen Materien entſtehen, die man ihnen ausſetze, und aufgeſtrichener Urinphosphor Dämpfe, wie lange Kometenſchweife, von ſich ſchickt, mehr beſchwerliche Umſtände bey dieſer Hypotheſe zu verſchweigen. Daher müſſe man ſie wohl fahren laſſen.

Was wir für einfach hielten, ſey oft in der Natur ſehr künſtlich, und im Gegentheil dasjenige, was uns künſtlich vorkomme, ſehr einfach. Ihre Mittel kämen uns deßwegen ſehr weitläuftig vor, weil wir die Beſchaffenheit der erſten Triebfedern nicht kennten, deren rechte Art zu wirken ohne Zweifel auch den Naturforſchern immer viel unbegreiflicher vorkommen werde, als die tranſcendentaliſchen Größen in der Geometrie.

Aus den bisher bekannten Erfahrungen ſcheinen ſich folgende Sätze zuverläſſig ſchließen zu laſſen:

1. Es ſind in der That zweyerley Elektricitäten vorhanden, wovon jede für ſich gleiche Wirkungen zeigt, aber ſie ſind ihrer Natur nach einander ſo entgegengeſetzt, daß eine die andere aufhebt.

2. Jede dieſer beyden Elektricitäten beſteht in dem Ueberfluſſe einer gewiſſen Materie, welche die Wirkungen verurſacht, die wir Elektricität nennen. Dieſe Materien ſind ſo beſchaffen, daß eine der andern Wirkſamkeit dämpft. Daher heißt die eine poſitiv und die andere negativ. Wie ſie eigentlich in ihrer innern Natur verſchieden ſind, das iſt wohl noch ein unausgemachtes Geheimniß, doch ſcheinen Wilke's eben angeführte Gedanken der Wahrheit näher, als einige andere, zu kommen. Den ganzen Zuſammenhang ſtellt ſich Bergmann folgender Maaßen

ßen vor. Beyde Materien ziehen einander, bis jedes Theilchen so viel in sich genommen hat, daß es gleichsam davon gesättigt wird; daraus entstehe endlich eine zusammengesetzte unwirksame Materie, die nicht viel anders sey, als ein Auflösungsmittel mit aufgelößten Theilchen gesättigt, und so gleichsam ohnmächtig werde und nichts thue, wenn etwas mehr von eben der Art dazu kommt, sondern alles still und unverändert bleibe. Wenn ein Körper von dieser gesättigten und unwirksamen Materie so viel enthalte, als er seiner Natur nach in sich nehmen und behalten könne, bis sie mit Gewalt von ihm abgesondert werde, so nenne er diesen seinen Zustand natürlich. Befinden sich aber mehr positive Theile darin, als die negativen zu sättigen nöthig sind, so heiße sein Zustand positiv; wenn aber die negativen in größerer Menge vorhanden sind, negativ. Ueberall also, wo eine Materie vermehrt oder vermindert werde, oder wo eine mehr zu- oder abnehme als die andere, entstehe Elektricität von einer oder der andern Art.

Achtes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre vom Magnetismus.

Versuche und Beobachtungen.

So glückliche und bewundernswürdige Fortschritte die Lehre der Elektricität in diesem Zeitraume gemacht hatte, eben so eifrig wurde auch die Lehre vom Magnetismus bearbeitet. Musschenbroek hatte die im vorhergehenden Zeitraume angeführten

führten Erfahrungen und Beobachtungen in einer eigenen Diſſertation [d]) geſammlet, und ſie mit andern vermehrt. Um zu entdecken, ob ein Körper vom Magnet angezogen werde, näherte ihn Muſſchenbroek einer mit dem Magnet beſtrichenen und ſo frey als möglich aufgehangenen Nadel, und bemerkte, ob ſie dadurch bewegt werde. Auf dieſe Weiſe fand er, daß alle Körper, welche nur irgend einigen Antheil von Eiſen, ſelbſt im aufgelößten Zuſtande, enthalten, vom Magnet angezogen werden. Lemery und Andere hatten behauptet, daß der Magnet das Eiſenvitriol nicht ziehe. Allein ſchon Muſſchenbroek bemerkt, daß er zwar keine Bewegung an einer kleinen, aber doch eine geringe an einer großen magnetiſirten Nadel wahrgenommen habe.

Ueber die Kraft, mit welcher der Magnet das Eiſen zieht, hat Muſſchenbroek [e]) eine ziemliche Reihe von Verſuchen angeſtellt. Sie iſt nach der Stärke des Magnets, nach dem Gewichte und der Geſtalt des dagegen gehaltenen Körpers, nach dem magnetiſchen und unmagnetiſchen Zuſtande deſſelben, und nach der Entfernung verſchieden. Weiches und reines Eiſen wird am ſtärkſten gezogen; ſchwächer Stahl, hartes Eiſen und Eiſenerze, noch ſchwächer die Auflöſungen des Eiſens in Säuren. Die Anziehung nimmt deſto mehr ab, je mehr das Eiſen dephlogiſtiſirt (verkalkt) iſt, und ganz vollkommener Eiſenkalk wird nicht mehr gezogen. Muſſchenbroek hieng an eine Wagſchaale einen cylindriſchen 2 Zoll langen Magnet, der 16 Drachmen wog, ſtellte einen eiſern

d) Diſſ. phyſica experim. de magnete in ſ. Diſſ. phyſ. et geometr. Lugd. Bat. 1729. 4.

e) Ibid. et introd. ad philoſ. natur. §. 955. ſqq.

eisernen Cylinder von gleicher Größe auf den Tisch darunter, und bestimmte die Stärke der Anziehung durch Gegengewichte auf der andern Wagschaale. Die Resultate waren folgende:

Entfernung in Zollen 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0
Anziehung in Granen 3, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, 6, 9, 18, 57

Ein sphärischer Magnet von gleichem Durchmesser, der aber etwas stärker zog, gab für die vorigen Entfernungen folgende Resultate:

7, $9\frac{1}{2}$, 15, 25, 45, 92, 340

und, wenn man statt des eisernen Cylinders eine Kugel von gleicher Größe mit dem Magnet nahm

$3\frac{1}{4}$, 6, 9, 16, 30, 64, 290.

Nach Daniel Bernoulli sollte sich die Kraft eines Magnets wie die Cubikwurzel aus dem Quadrate seines Gewichts verhalten. Erxleben f) bemerkt, Mayer habe 1760 der königl. Societät der Wissensch. zu Göttingen eine Abhandlung vorgelesen, worin er sich bemüht, die Kraft, womit der Magnet auf andere magnetische Körper wirkt, aus der Erfahrung auszufinden. Er betrachtet einen geraden, allerwärts gleich dicken Magnet; den Punkt, welcher zwischen beyden Polen in der Mitte liegt, nennt er den Mittelpunkt desselben. Jedes einzelne Theilchen des Magnets hat eine Kraft, auf jeden Theil eines andern ähnlichen Magnets zu wirken, und diese Kraft verhält sich genau wie die Weite jedes Theilchens von dem Mittelpunkte des Magnets, zu welchem es gehört. Ueberdieß aber richtet sich die Kraft, womit ein jedes Theilchen des einen Magnets auf ein Theilchen des andern wirkt, nach der Entfernung der Theile, und verhält sich umgekehrt,

f) Anfangsgründe der Naturlehre. §. 568.

gekehrt, wie das Quadrat der Entfernung. Nach diesen beyden Gesetzen bestimmt Mayer durch Hülfe der Rechnung des Unendlichen die Kraft, womit alle Theile zweyer Magnete in verschiedenen Entfernungen einander anziehen und zurückstoßen, und findet zwischen seiner Rechnung und den Erfahrungen die vollkommenste Uebereinstimmung. Er berechnet ebenfalls sehr glücklich die Richtung der Magnetnadel für jede Stelle, die man ihr in der Nähe eines Magnets geben kann, wie auch die Gestalten, in welche sich der Eisenfeilstaub um einen Magnet anlegt. Diese sind nichts anders, als eine Art Kettenlinien, und folglich gar keine Anzeige eines Wirbels der magnetischen Materie.

Wolf hatte bereits bemerkt, daß, wenn ein Eisenstab nur in den Wirkungskreis eines Magneten gebracht ward, derselbe wirkliche Polarität erhalte. Er war aber der irrigen Meynung, daß die Atmosphäre in einer wirklichen magnetischen Materie bestehe, welche sich bey jedem Magnete bis auf eine gewisse Entfernung erstrecke. Wenn daher der Eisenstab in diese gebracht werde, so theile sich die magnetische Materie dem Eisen mit, wodurch es selbst magnetisch werde. Allein Aepinus s) verstand weit richtiger unter dem magnetischen Wirkungskreise bloß den Raum, durch welchen der Pol eines Magnets auf Eisen oder andere Magnete wirkt. Das Hauptgesetz dieser Wirkung ist nach ihm, wie bey der Elektricität, folgendes: Jeder magnetische Pol sucht in demjenigen Eisen, oder den eisenhaltigen Körpern, welche in seinen Wirkungskreis kommen, einen dem seinigen entgegengesetzten Magnetismus hervorzubringen. Er

war

s) Tentamen theor. electric. et magnetis. Petrop. 1759. 4.

war daher der Meynung, daß es keinen Magnetismus ohne Polarität, oder keine Anziehung des Eisens gebe, bey der man nicht zugleich Pole bemerke.

Auch hatte Derham wahrgenommen, daß die beyden Enden eines Eisenstabes, welcher mit dem Pole eines Magneten gestrichen ward, bisweilen von einem Pole des Magneten angezogen und von dem andern abgestoßen wurden, in welchem Falle der zurückstoßende Pol den anziehenden Theil jederzeit nahe beym Mittelpunkte fand (Th. IV. S. 498.). Auf welche Art dieser Erfolg statt finde, zeigte Hamberger [h], und nannte diese Erscheinung die Partialität der Magnetnadel. Diese wird nämlich nach ihm auf folgende Art erhalten: Wenn man mit dem einen Pole (fig. 10.) von a gegen c hin streicht, und ihn alsdann abhebt, so, sagt Hamberger, werden beyde Enden der Nadel ab von dem einen Pole des Magneten angezogen, von dem andern Pole aber zurückgestoßen. Wird der Theil ac mit dem Südpole des Magneten von a bis c gestrichen, so haben beyde Enden a und b die nördliche Polarität erhalten, und gegen die Mitte c in dem gestrichenen Theile ac liegt der Südpol. Demnach hat man einen künstlichen Magnet mit drey Polen bey a, b, c, oder eine Nadel, an welcher beyde Enden einerley Polarität zeigen.

Brugmanns [i] untersuchte dieß Phänomen noch genauer. Wenn er den Eisenstab ab mit dem Nordpole des Magneten auf a aufsetzte, so erhielt in diesem Augenblicke a südliche Polarität, b hingegen nörd-

h) Elementa physices. §. 396. 397.

i) Tentam. philosoph. de materia magnetica ejusque actione in ferrum et magnetem. Franequ. 1765. 4.

nördliche; ſtrich er mit dem Pole des Magnets von a gegen b fort, ſo ward der ſüdliche Pol bey a immer ſchwächer, bis er an n kam, wo er = o ward; dagegen ward der nördliche Pol bey b immer ſtärker, bis er an c kam, wo er ſeine größte Stärke erreichte. Setzte er nun das Streichen weiter fort, ſo kam er an einen Punkt m, wobey der Nordpol an b, deſſen Stärke bis dahin wieder abgenommen hatte, nunmehr = o ward. Strich er bis ans Ende b, ſo erhielt b die ſüdliche Polarität, und a wurde nördlich. Brugmanns fand, daß ſich dieſes bey allen Eiſen- und Stahlſtäbchen oder Drath äußerte, nur hatten die beyden Punkte n und m bey verſchiedenen Dicken und Längen, auch bey verſchiedener Härte des Eiſens und Stahls und Stärke des Magnets, andere Lagen. Die beyden Punkte n und m, bey welchen a und b gar keine Polarität zeigten, nannte Brugmanns die Indifferenzpunkte.

Die nämlichen Wirkungen fanden ſtatt, wenn er mit dem Südpole des Magneten den Eiſenſtab von a nach b ſtrich, nur mit Verwechſelung der Polaritäten. Daher fand das allgemeine Geſetz ſtatt: beym Streichen der Eiſen- oder Stahlſtäbe mit dem Nord- oder Südpole des Magnets entſteht allemal da, wo man zu ſtreichen aufhört, die ſüdliche oder nördliche Polarität; in einiger Entfernung davon aber fängt die nördliche oder ſüdliche Polarität an.

Die wichtigſten Entdeckungen, welche in dieſem Zeitraume in der Lehre des Magnetismus gemacht worden ſind, betreffen die urſprüngliche Erregung und große Verſtärkung der Kraft in den künſtlichen Magneten. In Anſehung der Erregung des Magnetismus in Eiſen- oder Stahlſtäbchen haben nach dem

Herrn

Herrn von Reaumür vorzüglich die Herren du Fay, Savery, Marcel, Knight, Mitchell und Canton, Antheaulme und Trullard weitere Untersuchungen angestellt, und dadurch Mittel gefunden, die stärksten künstlichen Magneten, ohne den Gebrauch eines natürlichen Magnets, zu Stande zu bringen.

Es war bekannt, daß ein unmagnetisirter Eisenstab in manchen Lagen magnetische Kraft, in andern aber keine erlange. Indessen war man noch nicht genau belehrt, unter welchen Umständen der Stab magnetisirt werde, und unter welchen nicht. Daher unternahm es du Fay [k]), nähere Beobachtungen hierüber anzustellen. Wenn man einer auf der Spitze spielenden Magnetnadel ein unmagnetisirtes Eisenstäbchen so nähert, daß es mit der Nadel in horizontaler Lage zwey rechte Winkel macht, so bleibt die Nadel unbeweglich. Erniedrigt man aber das von der Nadel entfernteste Ende des Eisenstäbchens, bis das Eisenstäbchen in eine vertikale Lage kommt, so zieht nun das obere Ende des Stäbchens den Nordpol, und das untere senkrecht in die Höhe gebrachte den Südpol der Nadel. Wenn man das Eisenstäbchen hiernächst umkehrt, so zieht nunmehr das obere Ende, welches vorher den Südpol der Nadel anzog, den Nordpol, und das untere den Südpol der Nadel. Die Veränderung der Pole erfolgte bey der Wiederholung des Versuchs ohne alle Ausnahme und zwar in dem Augenblicke. Hiebey ist noch folgender Umstand merkwürdig: wenn man das untere Ende des Eisenstäbchens erhebt, bis sich die Mitte desselben in der

k) Mémoir. de Paris. an. 1728.

der Horizontalfläche der Nadel befindet, ſo ſieht man den Nordpol der Nadel ſich beſtändig dem Eiſenſtäbchen nähern; fährt man hierauf mit Erhebung des Eiſenſtäbchens fort, bis das untere Ende deſſelben der Nadel gerade gegen über liegt, ſo bemerkt man, daß ſich der Südpol der Nadel längs der ganzen untern Mitte des Stäbchens nähert.

Ueberdieß bemerkte du Fay, daß ein Eiſenſtab, welcher mit dem untern Ende beym Herabfallen einen Ambos traf, magnetiſch wurde [1]).

Wenn ein magnetiſirter Eiſenſtab in eine vertikale Stellung gebracht, und das Ende deſſelben, welches ſich nach Süden richtet, geſchlagen wird, ſo vermehrt ſich dadurch ſeine magnetiſche Kraft; wird im Gegentheil das andere Ende der Stange geſchlagen, ſo vermindert ſich die magnetiſche Kraft, hört endlich ganz auf, und giebt zuletzt dem andern Ende der Eiſenſtange eine Richtung, welche der vorigen entgegengeſetzt iſt, wenn das Schlagen fortgeſetzt wird. Du Fay wollte hieraus ſeine Hypotheſe beweiſen, daß nämlich die magnetiſche Materie nur in einem einzigen Wirbel ſich um den Magneten bewege.

Da bisher die Phyſiker verſchiedene Meynungen hatten, was für eine von folgenden Subſtanzen, Eiſen, gewöhnlicher Stahl oder gehärteter Stahl, ſich am beſten magnetiſiren laſſe, ſo unternahm es du Fay, hierüber genaue Verſuche anzuſtellen. Er ließ ſich vier völlig gleiche Blechſtreifen von Eiſen, Stahl, gehärtetem Stahl und gegoſſenem Eiſen verfertigen, welche alle polirt waren, und magnetiſirte ſie auf gleiche Art. Er bemerkt, daß ſich beym Streichen das Eiſen

1) Mémoir. de Paris, an. 1730.

sen am stärksten mit dem Magnet verbinde, der Stahl mehr als der gehärtete Stahl, und das gegossene Eisen am geringsten. Nachdem er sie hiernächst einer Magnetnadel näherte, so wurde der Stahlstreifen am weitesten angezogen, der gehärtete Stahlstreifen weiter als der von gegossenem Eisen, und der Eisenstreifen hatte unter allen die geringste magnetische Kraft.

Du Fay m) hat endlich noch die beyden Fragen untersucht: 1. ob in ein und dem nämlichen Magnete der eine Pol beständig mehr anziehende Kraft besitze, als der andere? und 2. ob nicht dieser Pol die größte Last tragen könne?

Du Fay hatte angenommen, daß nur ein einziger Umlauf der magnetischen Materie statt finde, welche nämlich in den Nordpol der Erde, wie in jeden andern Magnet, hineingeht und aus dem Südpole heraustritt, um wieder nach den Nordpole zurückzukehren. Daher nennt er auch dem Nordpol den Pol des Eingangs, und den Südpol den Pol des Ausgangs der magnetischen Materie. Nach Descartes und andern Physikern hat der Nordpol eines Magneten mehr anziehende Kraft, als der Südpol, und zwar aus dem, wie du Fay bemerkt, sehr schwachen Grunde, weil der Nordpol des Magneten dem Nordpole der Erde am nächsten wäre. Daher gab sich du Fay Mühe, durch Erfahrungen auszumachen, ob dieser Grund seine Richtigkeit habe, oder nicht. Er fand aber hiebey große Schwierigkeiten, um diese Sache mit Gewißheit zu entscheiden. Nachdem er, um die genauesten Resultate zu erhalten, alle mögliche Sorgfalt angewandt hatte, und ein und denselben Magnet zweyen auf gleis

m) Mémoir. de Paris. an. 1731.

gleiche Art magnetiſirten Nadeln, wovon eine 6 Zoll und die andere 4 Zoll lang war, in gleicher Entfernung näherte, ſo fand er, daß der Pol des Ausgangs des Magneten das Ende der längern Nadel viel ſtärker anzog, als der Pol des Eingangs, und daß bey der kürzern Nadel gerade das Gegentheil ſtatt fand. Daß dieſe Verſchiedenheit nicht aus einem Mangel der Einförmigkeit in dem Magneten herrühren konnte, war daraus klar, weil er auf die kleinere Nadel völlig gleichförmig wirkte. Man mußte alſo den Fehler in der längern Nadel aufſuchen, welches deſto gewiſſer zu ſeyn ſchien, da die nämliche Ungleichheit bey verſchiedenen andern Magneten ſtatt fand. Hieraus ſchloß nun du Fay, daß ſowohl die beyden Enden einer magnetiſirten Nadel, als auch die beyden Pole eines Magneten in der Kraft ihrer beſondern Gleichförmigkeit, und ohne Rückſicht ihrer Richtung gegen Nord oder Süd, ſtärker oder ſchwächer ſeyn könnten; daher war es ihm unmöglich, etwas allgemeines und gewiſſes hierüber feſtzuſetzen.

Du Fay beobachtete, daß man die Pole eines ſtählernen Stabes auf mancherley Weiſe umändern könne, nachdem man ihn auf einem Magneten hin und her ſtreiche; das nämliche Ende deſſelben, welches einmal die ſtärkſte anziehende Kraft angenommen hatte, behielt ſie auch beſtändig, und beynahe in demſelben Verhältniſſe, es mochte entweder der Nordpol oder der Südpol ſeyn. Daraus folgerte er, daß es ganz allein von der innern Beſchaffenheit des Stabes abhange, ob das eine oder das andere Ende die ſtärkſte anziehende Kraft erhalte.

Was die zweyte Frage betrifft, ſo war es natürlich zu denken, daß eine größere anziehende Kraft

auch

auch ein grösseres Gewicht erhalten könne. Indessen hat du Fay gefunden, daß derjenige Pol, welcher am weitesten zieht, nicht allemal derjenige ist, welcher das größte Gewicht erhalten kann.

Um das Jahr 1730 gab Servington Savery [n]) zuerst Mittel an, die magnetische Kraft des erhärteten Stahls durch eine Art des Streichens beträchtlich zu verstärken, und Arnold Marcel [o]) zeigte, wie man Stahl durch bloßes Reiben an Eisen magnetisch machen könne, welche Methode er schon 1726 gekannt zu haben versichert. D. Gowin Knight aber brachte diese Kunst zu einem hohen Grade der Vollkommenheit. Im Jahr 1746 zeigte er der Societät zu London [p]) zwey 15 Zoll lange sehr starke Magnetstäbe, die er ohne Zuthun eines Maguets gemacht hatte, hielt aber das Verfahren geheim. Hierauf machten die Herren Mitchell [q]) und Canton [r]), jeder für sich, glückliche Versuche. Mitchell legte einen kleinen stählernen Stab zwischen zwey größere eiserne nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel, und strich mit einem dritten eisernen Stabe, den er fast lothrecht, jedoch mit einer kleinen Neigung des obern Endes gegen Süden, hielt, jene drey Stäbe von Norden nach Süden hinauf. So ward der Stahl, wiewohl nur schwach, magnetisch.

n) Magnetical observ. and exper. in Philos. Transact. n. 414. art. 1.

o) Philos. Trans. n. 423.

p) Ibid. n. 474. 484.

q) Treatise of artifical magnets. Lond. 1750. 8.

r) Philos. Trans. Vol. XLVII. p. 31. übers. im Hamb. Magaz. B. VIII. S. 339. f.

tiſch. Canton ſtellte eine eiſerne Stange ſenkrecht, und band am obern Ende einen kleinen ſtählernen Stab mit einem ſeidenen Faden feſt. In der Hand hielt er einen andern eiſernen Stab auch faſt ſenkrecht, und ſtrich mit dem untern Ende deſſelben den ſtählernen Stab etwa zehn- bis zwölfmal von unten nach oben. Dadurch ward das untere Ende des letztern ein Nordpol, und trug ſchon einen kleinen eiſernen Schlüſſel. Statt der eiſernen Stäbe nahm er gewöhnlich eine kleine eiſerne Ofengabel oder Kohlenſchaufel und eine Feuerzange, welche deſto beſſere Dienſte thaten, je größer ſie waren und je länger ſie gebraucht wurden.

In einer von der Petersburger Akademie der Wiſſenſch. gekrönten Preisſchrift hat Antheaulme [s]) eine der beſten Methoden angegeben, urſprünglichen Magnetismus zu erregen. Er lehnt nach der Richtung und Neigung der Magnetnadel ein 12 Fuß langes Bret (fig. 11.) af ſo an, daß a im magnetiſchen Meridian nordwärts liegt, wobey der Winkel fah in den Gegenden der gemäßigten Zone 70 bis 71 Grad betragen muß. Auf dieſem Brete liegen der Länge nach zwey eiſerne Stangen cd und ef, deren Enden d und e glatt abgefeilt ſind. Auf der Mitte des Brets liegt ein hölzerner Würfel g von 1 bis 2 Zoll Seite, und zwiſchen dieſen Würfel und jede Seite wird eine eiſerne etwa $\frac{1}{12}$ Zoll dicke Platte dk und el geſetzt. Dieſe Platten ragen mit den Enden k und l $\frac{3}{4}$ Zoll über die Oberfläche der Stangen

s) Mémoire ſur les aimans artificiels, qui a remporté le prix de l'Acad. de Petersb. à Paris 1760. 4. imgl. Obſ. ſur les nouvelles methodes d'aimenter par *de la Lande* in den Mémoir. de Paris 1761.

gen cd und fe hervor, und die hervorragenden Kanten sind etwas dünner abgeschliffen, als die Platten selbst. Will man nun den stählernen Stab mn, der vorher wohl polirt seyn muß, magnetisiren, so reibt man ihn auf den Kanten k und l, wie auf den Polen eines armirten Magnets beym Doppelstriche, oder so, daß man die Mitte aufsetzt, von einem Ende zum andern hin und her streicht, und in der Mitte abzieht. So kann man durch 50, 60 bis 100 Striche auf jeder Seite einen 12 bis 15 Zoll langen Stab, ziemlich stark magnetisiren. Die Wirkung ist desto stärker, je größer die Stangen cd und ef an Masse sind.

Auch Trullard t) stellte verschiedene Versuche zur Erregung des ursprünglichen Magnetismus an. Er nahm eine eiserne Stange ohngefähr 6 Fuß lang und 1 Zoll ins Gevierte dick. Diese Stange hatte er in ihrem Schwerpunkte durch eine eigene Vorrichtung so befestigt, daß er sie in jede Lage drehen und ihr die feinste Bewegung geben konnte. Nach vielen Versuchen fand er endlich eine Lage, in welcher die Eisenstange so magnetisirt war, daß sie 2 Pfund Eisen oder den zehnten Theil ihres Gewichts tragen konnte; allein sie war nicht fähig, andere Körper zu magnetisiren, und ihre magnetische Kraft verlor sich durch die geringste Verruckung aus ihrer Lage. Er war daher auf ein Mittel bedacht, sie zu fixiren. Zu diesem Ende nahm er einen stählernen Stab, ohngefähr 15 Zoll lang und 6 Linien ins Gevierte dick, der wohl polirt und gehärtet war.

Nach-

t) Lettre addressée à Mess. les auteurs du journal des sçavans. Tom. LVII. an. 1761. Avril. p. 309. seq.

Nachdem er denſelben in die gehörige Lage gebracht hatte, zog er 4 Unzen. Hierauf befeſtigte er an dem obern Ende des Stabes einen Ambos von 6 bis 7 Pfund, und ſchlug auf das andere Ende heftig mit einem Hammer von ½ Pfund. Als er auf ſolche Art etwa 20 Schläge gethan hatte, war die magnetiſche Kraft im Stahlſtabe ſo fixirt, daß er in jeder Lage, auch außer dem magnetiſchen Meridian, 4 Unzen tragen konnte.

Mittel, den ſchon vorhandenen Magnetismus ohne Zuthun eines ſtärkern Magners, mithin durch ſich ſelbſt zu verſtärken, haben Knight, Le Maire und Duhamel, Mitchell, Canton, Antheaulme und Trullard angegeben, welche im Allgemeinen auf folgendes hinaus laufen. Wenn man mehrere künſtliche Magnete von gleicher Stärke beſitzt, ſo verbinde man ſie gehörig, dadurch erhält man ſchon einen ſtärkern Magnet A. Mit dieſem mache man nach den gemeinen Methoden andere künſtliche, welche nun ſchon einzeln ſtärker ſind, als die vorigen, und verbunden einen noch ſtärkern B geben. Mit B beſtreiche man alle Magnete, woraus A beſteht, einzeln, und mit dem daraus entſtehenden ſtärkern A wieder die, woraus B beſteht u. ſ. w. bis man merkt, daß die Kraft keinen Zuwachs mehr erhält. Uebrigens unterſcheiden ſich die Methoden bloß in der Art, zu beſtreichen und mit den Stäben abzuwechſeln.

Auf dieſe Art brachte D. Knight mittelſt des Doppelſtrichs ſeine großen künſtlichen Magnete oder magnetiſchen Magazine zu Stande, womit er in wenig Sekunden die ſtärkſten künſtlichen Magnete machen, und die Pole der natürlichen umkehren konnte. Dieſe mächtige Maſchine iſt von D. Fothergill,

dem

dem sie Knight vermacht hatte u), beschrieben, und der königlichen Societät zu London geschenkt worden. Sie besteht aus zwey großen Parallelepipedis, deren jedes auf 500 Pfund wiegt, und 240 stark magnetisirte Stahlstäbe enthält, die in 4 Abtheilungen, jede zu 60 Stäben, geordnet sind. Die 60 Stäbe liegen mit den gleichnahmigen Polen an einander; die Abtheilungen selbst aber berühren sich mit den gleichnahmigen. Die Spitze einer Magnetnadel, die diese Vorrichtung nur berührt hatte, erlangte eine solche Kraft, daß sie den Magnetismus der besten Nadeln in England zernichtete.

Auch verfertigte D. Knight künstliche Magnete aus einem Teig, dem er jede Form geben konnte, und der an gelindem Feuer getrocknet steinhart wurde. Erst nach seinem Tode hat Wilson x) bekannt gemacht, daß dieser Teig aus dem feinsten Eisenmoor und Leinöl bestand. Den Magnetismus gab er der Paste durch sein magnetisches Magazin. Nach D. Jugenhouß y) nahm er zu solchen Pasten auch pulverisirten Magnet, Kohlenstaub und Leinöl; Jugenhouß selbst hat mit gutem Erfolge Magnet- oder Eisenstaub mit Wachs gebraucht, welches eine beugsame Paste giebt.

Le Maire hatte dem Herrn du Hamel z) bey einer Unterredung über Seekompasse benachrichtigt, daß er eine Methode kenne, Stahlstäbe auf eine

u) Philos. Transf. Vol. LXV. for the year 1776.

x) Ibid. Vol. LXIX. for 1778. n. 5.

y) Vermischte Schriften. Th. I. S. 402. f.

z) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1743.

eine weit vollkommnere Art, als man gewöhnlich wiſſe, zu magnetiſiren. Dieſe Methode beſtand darin, daß man den zu magnetiſirenden Stahlſtab auf einen andern viel längern lege. Um dieſe Entdeckung des le Maire genauer zu unterſuchen, wurden die beyden Herren le Maire und du Hamel durch die Verbreitung des Gerüchts, daß man in England künſtliche Magneten von außerordentlicher Stärke zu Stande bringe, aufgemuntert, Verſuche deßwegen anzuſtellen. Sie nahmen zuerſt von der Spitze eines Säbels ein Stück von 1 Fuß Länge, welches 4 Unzen 2 Drachmen 36 Grän wog. Dieſes wurde mittelſt eines guten Magnets auf gewöhnliche Art magnetiſirt, und konnte nachher 4 Unzen 2 Drachmen tragen. Dieſes Stück Stahlblech nannten ſie das mittlere Blech. Hierauf magnetiſirten ſie ebenfalls einen Stahlſtreifen von einem Säbel, 2 Fuß 7 Zoll 8 Linien lang, den ſie den großen Streifen nannten, und welcher 10 Unzen 2 Drachmen 45 Gran wog. Nachdem er magnetiſirt war, zog er 10 Unzen 2 Drachmen 45 Grän. Ueber dieſen großen Streifen legten ſie den mittleren ſo, daß die äußerſte etwas ſtumpfe Spitze des mittleren 4 Zoll über dem größern herausgieng, mithin 8 Zoll längs dem großen auflag. In dieſer Lage verbanden ſie beyde mittelſt eines Fadens. Hier fanden ſie, daß der mittlere Stab 7 Unzen und 1 Drachme zog, daß folglich ſeine magnetiſche Kraft einen Zuwachs von 2 Unzen 7 Drachmen erhalten hatte; dagegen konnte der große Stab nur 4 Unzen 2 Drachmen halten. In ihrer Verbindung magnetiſirten ſie beyde Stäbe zugleich, indem der Magnet von dem Ende des großen Streifen bis zu der Spitze des mittleren Streifen fortgeführt ward. Als ſie nachher jeden Streifen insbeſondere unterſuchten,

ten, zog der mittlere 7 Unzen 3 Drachmen 36 Grän, der große aber nur 8 Unzen 1 Drachme 46 Grän.

Auf eine ähnliche Art magnetisirten sie noch einen Stahlstreifen von 4 Zoll Länge, den sie den kleinen Streifen nannten. Dieser erhielt den stärksten Magnetismus, wenn er mit den großen und mittleren Streifen verbunden, und diese Verbindung zusammen magnetisirt ward.

Le Maire verfertigte sich nach dieser Methode einen künstlichen Magnet von 5 Stahlstreifen, welche 4 Zoll lang, 3 Linien breit und 1 Linie dick waren. Nachdem er jeden besonders auf dem großen Streifen magnetisirt hatte, zog er ohngefähr 3 Unzen; hiernächst verband er sie durch messingene Ringe, und fand, daß diese Verbindung 5 Unzen tragen konnte.

Endlich machten sie noch folgende Bemerkung. Sie verbanden einen 4 Zoll langen stählernen Stab mit dem großen Streifen so, daß jener diesen nur längs eines Zolls berührte, und 3 Zoll über das Ende desselben hervorragte. Nachdem sie seine Kraft erprobt hatten, machten sie die Einrichtung so, daß der kleine stählerne Stab 2 Zoll über den großen Streifen hervorgieng, und fanden, daß der Stab in diesem Falle weit mehr, als im vorigen tragen konnte. Nachher legten sie den Stahlstab auf den großen Streifen so, daß er nur 1 Zoll über des letztern Ende hinausragte, und hier erhielt der Stahlstab eine noch größere Kraft. Daraus schlossen sie natürlich, daß die Lage der Stahlstäbe über einander keine gleichgültige Sache sey.

Le Maire überreichte der Akademie einen künstlichen Magnet, der aus 36 Strahlstreifen zusammen-

geſetzt war; ein jeder Streifen hatte eine Länge von 6 Zoll, eine Breite von 5 Linien und eine Dicke von ½ Linie, und alle 36 Streifen wogen 6 Pfund. Sie waren ſo geordnet, daß ſie zuſammen ein Parallelepipedum bildeten, welches beynahe eben ſo breit als hoch war; denn die Streifen lagen horizontal zwiſchen zwey ſtählernen Armaturen, welche denjenigen ähnlich waren, die man bey den Magnetſteinen ſelbſt gebraucht. Ein jeder von dieſen Streifen war nach der eben beſchriebenen Methode magnetiſirt, und der daraus verfertigte künſtliche Magnet zog 45 Pfund.

Canton's Methode, den ſchon vorhandenen Magnetismus durch ſich ſelbſt zu verſtärken, beſteht in folgenden: Wenn nämlich etwa vier Stäbe (fig. 12.) ab, cd, kl, mn ſchon magnetiſirt ſind, ſo legt man zwey davon ab und cd mit von einander gekehrten Polen b und c zwiſchen die Verſtärkungsanker ef und gh; legt ferner die andern zwey kl und nm mit ihren freundſchaftlichen Boden an einander, ſetzt ſie lothrecht über die Mitte von ab, hält ſie bey km feſt, bringt die Pole l und n etwas aus einander, und reibt alsdann von einem Ende zum andern, wie beym Doppelſtriche. Nach 50 bis 100 Strichen hört man wieder in der Mitte auf, drückt die Pole l und n wieder zuſammen, und zieht ſie ſeitwärts vom Stabe ab ab. Eben ſo verfährt man auch mit dem Stabe cd. Alsdann legt man kl und mn zwiſchen die Verſtärkungsanker, und ſtreicht ſie eben ſo, wie ab und cd. Hierdurch wird allemal das liegende Paar etwas ſtärker, als das ſtehende, und man kann die Verſtärkung durch mehrmalige Verwechſelung immer weiter treiben.

Nach

Nach 50 bis 100 solcher Vertikalstriche läßt Canton noch 10 bis 12 Horizontalstriche auf folgende Art geben. Man trennt die obern Pole der reibenden Stäbe (fig. 13.) k und m, bis die Stäbe selbst einen ziemlich stumpfen Winkel machen, führt kl gegen a und mn gegen b, aber nicht wieder zurück, sondern über die Verstärkungsanker hinaus, und im Bogen herum, bis beyde in einiger Entfernung von ab mit den Polen l und n wieder zusammen kommen, da man sie denn aufs neue auf die Mitte von ab bringt, u. s. w.

Antheaulme's Verfahren ist dem des Herrn Canton völlig ähnlich, nur daß er keine Horizontalstriche anwendet.

Trullard zeigte folgende Methode, künstliche Magnete von ungemeiner Stärke durch den ursprünglichen Magnetismus zu Stande zu bringen. Nachdem er auf die eben beschriebene Art einem Stahlstabe die magnetische Kraft durch ursprünglichen Magnetismus ertheilt hatte, so nahm er mehrere Stahlstreifen, die gut polirt und blau angelaufen waren, und magnetisirte sie mit jenem Stahlstabe so, daß er von der Mitte der Streifen aus die eine Hälfte wiederholt mit dem Nordpole und die andere Hälfte mit dem Südpole bestrich. Ein jeder auf solche Art magnetisirter Stahlstreifen konnte ohngefähr 2 Drachmen halten.

Als er nun diese Stahlstreifen in Bündel, in jedem drey, verbunden hatte, so nahm er ein solches Bündel in jede Hand, und magnetisirte sechs andre Streifen, indem er von der Mitte derselben aus das eine Bündel nach der Rechten und das andere nach

der Linken führte; der eine reibende Pol war der Nordpol und der andere der Südpol. Eine jede von dieſen Streifen, welche auf dieſe Art durch ſechs andere auf einmal magnetiſirt waren, erhielt eine weit größere Kraft, als die ſechs erſtern erhalten hatten. Dieſe letztern Streifen in zwey Bündel, jedes von drey Stäben gebracht, dienten wieder, die ſechs erſtern von neuem zu magnetiſiren, welche eine größere Kraft bekamen, als ſie von dem urſprünglich magnetiſirten Eiſenſtabe erhalten hatten. Nachdem er dieſes Verfahren 12 mal wiederholt hatte, ſo konnte ein jeder magnetiſirter Stahlſtreifen das Zehnfache ſeines Gewichts tragen. Ueberhaupt war er vermögend, auf ſolche Art den Magnetismus ſo weit zu treiben, daß er glaubte, den größt möglichſten Effekt in den Streifen hervorgebracht zu haben.

Die 12 Streifen, welche er beſonders magnetiſirt hatte, brachte er in zwey Bündel zuſammen, jedes von 6 Streifen, welche er gebrauchte, 12 hufförmige Stahlſtäbe zu magnetiſiren. Hiernächſt verband er dieſe gehörig mit einander, und verfertigte daraus einen künſtlichen Magnet, den er mit einer gewöhnlichen Armatur verſah. So erhielt er einen Magnet, welcher 2 Pfund wog und 40 Pfund tragen konnte.

Seiner Meynung nach richten die Methoden der Herren Du Hamel, Antheaulme, Mitchell und Canton dasjenige nicht aus, was ſeine Methode bewirkt. Selbſt die Methode des Doppelſtrichs, welche Knight angewendet habe, ſcheine ihm nicht ſo wirkſam und einfach, als die ſeinige.

Er bemühte ſich auch, das Verhältniß aufzuſuchen, in welchem ſich die magnetiſche Kraft durch

die

die Vereinigung der magnetiſirten Stahlſtreifen vermehre. Bey Vergleichung des Calculs mit der Erfahrung fand er, daß ſie mehr als die Oberflächen, aber weniger als die Maſſen oder Volumen, zunehme.

Zuletzt fügt Trullard noch eine Bemerkung über die Art, die magnetiſche Kraft in den Stahlſtäben zu erhalten, hinzu; ein künſtlicher Magnet nämlich, welcher aus einem einzigen Streifen beſteht, er mag entweder gerade oder hufförmig ſeyn, kann ſchon ſeine magnetiſche Kraft durchs Reiben oder durch Berührung mit Eiſen verlieren; auch wird einer von mehreren magnetiſirten Stäben gänzlich unmagnetiſch, wenn er gegen einen andern gebracht, und in dieſem Zuſtande eine lange Zeit hindurch gelaſſen wird; aber wenn ſie durch eine gehörige Armatur mit einander verbunden werden, ſo wird ſich die magnetiſche Kraft aufs vollkommenſte erhalten.

Magnetnadel.

Um die Magnetnadeln ſo viel als möglich vollkommen einzurichten, ſind die Naturforſcher beſtändig bemüht geweſen, auf alle Umſtände hiebey genaue Rückſicht zu nehmen. Seitdem de la Hire die pfeilförmige Geſtalt der Nadeln als unvollkommen beobachtet haben wollte, ſind die meiſten, beſonders franzöſiſchen Naturforſcher, ſeinem Rathe gefolgt, den Nadeln die Form eines auf beyden Seiten zugeſpitzten Streifen zu geben. Ueber die ſchicklichſte Länge, nebſt der nöthigen Stärke derſelben, hat beſonders Muſſchenbroek Erfahrungen angeſtellt, und zugleich den Rath gegeben, daß man den dazu genommenen Stahl nur auf die blaue Federhärte zu bringen nöthig habe. Dagegen haben aber die nachfol-

gen-

genden Naturforſcher ganz richtig bemerkt, daß die Magnetnadeln in dieſem Zuſtande den Magnetismus zwar ſchneller annehmen, aber ihn auch weit leichter wieder verlieren. Am beſten hat man den härteſten und feinſten Stahl dazu befunden.

Es kömmt nun vorzüglich darauf an, den Nadeln den möglichſt ſtärkſten Magnetismus mitzutheilen. Die gewöhnliche Art, ihnen den Magnetismus mitzutheilen, beſtand darin, daß man mit dem Pole eines Magneten von einem Ende bis zum andern über die ganze Länge der Nadel hinwegſtrich. Nachdem man aber anfieng, ſeine Aufmerkſamkeit auf die Verfertigung der künſtlichen Magnete zu richten, ſo fand man gar bald, daß man ihnen eine weit größere magnetiſche Kraft geben könne, als nach der gemeinen Methode. Es würde zu weitläuftig ſeyn, alle Arten anzuführen, welche ſeitdem angegeben worden ſind, um die Nadeln auf eine vortheilhafte Art zu magnetiſiren. Im allgemeinen gründen ſie ſich insgeſammt auf den einfachen oder Doppelſtrich, ihre Verſchiedenheit liegt bloß in Nebenumſtänden. D. Knights Methode, die Nadeln zu magnetiſiren, iſt für die beſte gehalten worden, und beſteht in folgenden. Man legt zwey ſtarke künſtliche Magnetſtäbe in eine gerade Linie mit den freundſchaftlichen Polen zuſammen, ſetzt mitten auf dieſelben da, wo ſie ſich berühren, die in ihrer Mitte durchlöcherte Nadel auf, befeſtigt dieſe ſo, daß ihre beyden Hälften längs der beyden an einander gelegten Stäbe hin liegen, und zieht alsdann beyde Stäbe auseinander, ſo, daß ſie langſam unter den beyden Hälften der Nadel hin gleiten. Wenn man alsdann die Magnetſtäbe von der Seite her wieder unter die Nadel bringt,

bringt, und das Verfahren wiederholt, so kann man der letztern eine sehr starke Kraft mittheilen. Bey D. Kuight's starken künstlichen Magneten war ein einziger Strich schon hinreichend.

Da aber D. Knight seine Methode, künstliche Magnete zu verfertigen, geheim hielt, und es gleichwohl darauf ankommt, die vollkommensten Magnete zu besitzen, um die Nadeln stark zu magnetisiren, in welcher Kunst Knight es am weitesten gebracht hatte, so unternahmen es die Herren du Hamel und Antheaulme [a]), weitere Versuche anzustellen, und eben so wirksame künstliche Magnete zu verfertigen, als D. Knight, damit sie den Nadeln einen eben so starken Magnetismus mittheilen könnten.

Du Hamel bemerkt zuvörderst, daß, wenn man auch der Magnetnadel eine sehr starke Kraft geben könne, ihr doch kein anderes Hinderniß im Wege stehen müsse; daher müsse man das Reiben auf dem Stifte so zu vermindern suchen, daß sie sich auf selbigem eben so frey bewege, als wenn sie auf dem Wasser schwimme. Eine sehr leichte Nadel verursache zwar kein starkes Reiben, allein sie besitze auch nur eine sehr geringe magnetische Kraft; wenn man also diese stärker haben wolle, so müsse man der Nadel ein größeres Gewicht geben, dadurch vermehre sich aber verhältnißmäßig ihr Reiben, und man könne daraus keine sonderlichen Vortheile ziehen. Endlich habe Antheaulme eine Vorrichtung gemacht, woben die schwersten Nadeln auf ihren Spitzen eben so beweglich wären, als die leichtesten.

Ob

a) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1750.

Ob aber gleich, fährt er fort, die Nadeln auf die vollkommenſte Art eingerichtet ſeyn mögen, ſo fürchteten doch die Seeleute ihre zu große Beweglichkeit, indem die Bewegung des Schiffs ſie verhindere, die wahre Richtung an ihr zu erkennen. Indeſſen, ſagt er, ſind wir auch ſo weit gekommen, daß auch dieſer Fehler wegfällt, ohne die Beweglichkeit der Nadeln vermindern zu dürfen.

Eine Nadel von $2\frac{1}{2}$ Drachme an Gewicht, welche mit einem guten Magnetſteine magnetiſirt war, konnte nicht mehr als 5 bis 6 Drachmen ziehen; die nämliche Nadel mit Knight's künſtlichen Stäben magnetiſirt trug 9 Drachmen, und mit Antheaulme's künſtlichen Stäben $10\frac{1}{2}$ Drachmen.

Wenn man ein kleines magnetiſirtes Stahlſtäbchen einer ihrer Nadeln näherte, ſo änderte ſie ihre Richtung in einer Enfernung von 14 bis 15 Zoll, da hingegen das nämliche Stahlſtäbchen auf die gewöhnlichen Nadeln erſt in einer Entfernung von 4 bis 5 Zoll wirkte; ein magnetiſcher Eiſenſtab des Herrn Knight zeigte auf ihre Nadeln eine Wirkung in einer Entfernung von 3 Fuß, und man mußte ihn bey den gewöhnlichen Nadeln bis gegen 9 Zoll nähern, wenn ſie ihre Richtung ändern ſollten.

Die Verſuche, welche du Hamel und Antheaulme anſtellten, um Magnetſtäbe von derſelben Stärke zu erhalten, welche Knight's Stäbe beſaßen, ſind folgende. Sie nahmen zwey Stahlſtücke von dünnen Säbeln, an welchen ſie die Spitzen abgebrochen hatten, ſo daß ſie 2 Fuß 7 Zoll lang waren, und magnetiſirten ſie auf die von le Maire und du Hamel oben angeführte Art. Hiernächſt wählten ſie

sie zwey kleine englische Stäbe von 8 Zoll Länge, $4\frac{1}{2}$ Lin. Breite und $2\frac{1}{2}$ Linie Dicke, und magnetisirten sie mittelst jener beyden Stahlplatten nach derjenigen Methode, welche Knight zur Magnetisirung der Magnetnadeln vorgeschrieben hatte; diese Stäbe erhielten eine Kraft, welche der in Knight's Stäben sehr nahe kam. Denn ein kleiner englischer Stahlstab, welcher 44 Gran wog, nach gewöhnlicher Art mit einem guten Magnet magnetisirt, konnte kaum eine Nähnadel halten; als er aber mit den kleinen Stahlstäben nach Knight's Methode magnetisirt ward, trug er 1 Unze 4 Drachmen.

Ein schwacher Magnet, welcher ohngefähr 1 Zoll ins Gevierte und 3 Linien Dicke hatte, und 1 Unze wog, konnte kaum einen kleinen Nagel halten; da dieser in entgegengesetzter Richtung seiner natürlichen Pole magnetisirt ward, wurde der Südpol ein Nordpol und der Nordpol ein Südpol; seine Kraft wurde um ein beträchtliches vergrößert, indem er nun 6 Unzen trug; sie magnetisirten ihn von neuem, abermals in entgegengesetzter Richtung der ihnen gegebenen Pole. Die Folge davon war, daß die Pole abermals eine veränderte Lage erhielten, und die Kraft so sehr vergrößert wurde, daß er 22 Unzen tragen konnte.

Da die beyden Stahlstreifen von Säbeln eine convexe Oberfläche hatten, so glaubten sie, daß man eine weit stärkere Kraft zuwege bringen könnte, wenn man statt jener Streifen Stahlstreifen von derselben Länge, welche mehr Gewicht und eine völlig ebene Oberfläche besäßen, wählte. Der Erfolg war ihrer Vermuthung vollkommen gemäß, und sie waren auf diese Art im Stande, künstliche Magnetstäbe zu verfertig-

fertigen, die eine ſtärkere Kraft hatten, als diejenigen, die ſie von D. Knight erhalten hatten.

Sie hatten vier große und zwey kleine Stahlſtäbe nöthig, alle von dem beſten engliſchen Stahle; die vier großen beſaßen eine Länge wenigſtens von 2 Fuß 6 Zoll, eine Breite von 12 bis 15 Linien und eine Dicke von 5 bis 6 Linien. Um die Pole zu unterſcheiden bezeichneten ſie das eine Ende mit S und das andere mit N. Die beyden kleinen Stäbe hatten 10 bis 12 Zoll Länge, ohngefähr 6 bis 7 Linien Breite, und 4 bis 5 Linien Dicke. Auch die Enden dieſer Stäbe wurden mit S und N bezeichnet. Ueberdem war ihnen noch ein kleines Lineal von Holz nöthig, welches dieſelbe Länge und Dicke als die kleinen Stahlſtäbe hatte, und 3 bis 4 Linien breit war; dieß wurde zwiſchen die Stahlſtäbe gelegt, um zu verhindern, daß ſie ſich berühren konnten. Ferner mußten noch zwey eiſerne Parallelepipeda von 7 bis 8 Linien Breite, von der Dicke der kleinen Stahlſtäbe, und von der Länge, als die kleinen Stäbe Breite hatten, vorhanden ſeyn. Endlich war noch ein guter Magnet nöthig, welcher 18 bis 20 Pfund tragen konnte.

Hiernächſt wurden nun zwey von den großen Stahlſtäben auf die gewöhnliche Art magnetiſirt, welche mit A bezeichnet wurden, um ſie von den beyden andern unmagnetiſirten, die mit B angedeutet wurden, zu unterſcheiden.

Die beyden Stäbe A wurden auf einen großen Tiſch gelegt, und die beyden Stäbe B parallel neben einander mit der hölzernen Regel dazwiſchen ſo, daß das eine eiſerne Parallelepipedum die beyden Enden, das andere aber die beyden andern Enden der beyden

Stäbe

Stäbe B berührten; hiernächst wurden die beyden andern Stäbe A mit den Stäben B so verbunden, daß auf der einen Seite der beyden Stäbe B das Ende N des einen der Stäbe A das Ende S des einen der andern Stäbe B, und auf der andern Seite der beyden Stäbe B das Ende S des andern der Stäbe A das Ende N des nämlichen Stabes von B berührten. Nach dieser Vorrichtung wurde mit dem Nordpol des Magneten drey- bis viermal von dem einen Ende N des Stabes A1 bis zum Ende S des andern Stabes A2 längs des Stabes B1, der magnetisirt werden sollte, gestrichen. Nachdem auf solche Art der eine Stab B1 auf der einen Fläche magnetisirt war, brachte man die eine Stange A1 auf die andere Seite von A2 so, daß das Ende N des Stabes A1 das eiserne Parallelepipedum an dem Ende S der Stange B2 berührte; eben so brachte man die Stange A2 auf die Seite von A1, so daß das Ende S der Stange A2 die Armatur des Endes N der Stange B2 berührte; da alsdann B2 eben so wie B1 magnetisirt wurde.

Auf eine ähnliche Art wurden auch die beyden andern Seiten der beyden Stahlstangen B magnetisirt.

Nun brachte man die beyden Stangen A in dieselbe Lage, als vorher die Stangen B gehabt hatten, und magnetisirte sie auf gleiche Art. Nachdem dieses Verfahren zwey- bis dreymal wiederholt worden war, so hatten die vier Stäbe einen überaus starken Magnetismus erhalten. Man konnte kleinen Stahlstäben von 9, 10, 12 Zoll Länge mittelst dieser vier Stangen eine eben so große magnetische Kraft mittheilen, als D. Knight mit den seinigen thun konnte.

Uebrigens macht du Hamel noch folgende Bemerkungen:

1. Sie hatten Stahlſtäbe, welche beym erſten Berühren nur eine ſehr ſchwache magnetiſche Kraft annahmen; nachdem ſie aber in ihrer Büchſe mit der Armatur gelaſſen, und nach einiger Zeit von neuem berührt wurden, ſo erlangten ſie eine große Kraft, und wurden ſehr gut; es ſchien, als wenn die magnetiſche Materie, welche durch die Armatur aus dem einen Stabe zum andern ſich bewegt, die Zwiſchenräume des Stahls gleichſam fähig gemacht habe, mehr magnetiſche Kraft anzunehmen.

2. Diejenigen Stahlſtäbe, welche beynahe gar keine magnetiſche Kraft annehmen wollten, legten ſie mit den Enden zuſammen auf eine der großen Stahlſtangen, und brachten an das Ende der kleinen Stahlſtäbe ein Stück Eiſen, welches die Armatur der großen Stangen berührte. Nachdem dieſe kleinen Stahlſtäbe etwa 5 Stunden in dieſer Lage geweſen waren, erhielten ſie eine außerordentlich ſtarke magnetiſche Kraft. Dieß ſchien, wie im erſten Falle, anzuzeigen, daß die magnetiſche Materie ſich nach und nach in dem Stahle Wege macht, welche durch die erſte Berührung nicht geöffnet werden konnten.

3. Die kleinen Stahlſtäbe dienten vorzüglich zum Berühren der Magnetnadeln. Um ihnen aber die möglichſt ſtärkſte Kraft zu geben, mußte man zwey Nadeln neben einander legen, ihre Enden in eine ausgehölte Armatur bringen, und ſie mit den vier großen Stangen ſo verbinden, wie bereits angezeigt worden. Wenn man ſie alsdann in ihrer Armatur beyſammen läßt, und ſie alle 4 bis 5 Tage eine gewiſſe Zeit hindurch von neuem berührt, ſo erhalten ſie eine ſtarke magnetiſche Kraft, welche eine ſehr lange Zeit hindurch dauerhaft iſt, beſonders wenn man zwey

und

und zwey in einer Büchse mit Armaturen hält, oder über ihren Stift spielen läßt; denn im erstern Falle erfolgt nach du Hamel's Meynung der Umlauf der magnetischen Materie durch die Armatur von einer Nadel zur andern, und im andern Falle spielt sich die Nadel beynahe in die magnetische Axe, und empfängt etwas von der allgemeinen magnetischen Materie, welche um die Erde circulirt.

4. Die Gestalt der Nadeln, welche ihnen am vortheilhaftesten schien, ist ein Parallelogramm, welches sich auf beyden Seiten in sehr stumpfwinkliche Spitzen endigt, und es ist sehr schicklich, ihnen beynahe $\frac{1}{2}$ Linie Dicke zu geben.

5. Uebrigens müssen die Nadeln aus dem feinsten und härtesten Stahle verfertigt werden, nicht allein, weil sie nach der von ihnen beschriebenen Methode eine sehr große magnetische Kraft annehmen, sondern dieselbe auch am längsten behalten.

6. Soll aber in ihnen die magnetische Kraft von Dauer seyn, so müssen sie in einer Büchse mit ihrer Armatur aufbewahrt werden.

7. Es schien ihnen, als wenn gehärtetes Stahl in Bündeln vorzüglich geschickt sey, die magnetische Kraft anzunehmen.

8. Wenn die Stangen geschmiedet sind, so ist es gut, sie mit einem Hammer gelinde zu schlagen. Die Schmiedemeister haben die Gewohnheit, sie von den kleinen Schlacken zu reinigen, indem sie den Hammer in Wasser eintauchen, und diese Vorsicht scheint sehr gut zu seyn.

9. Es ist nicht leicht, zu verhindern, daß sich die Stahlstäbe während des Härtens krümmen; das-

her räth du Hamel an, die Stahlſtäbe nicht kalt werden zu laſſen, ſondern ſie beſtändig in einer gewiſſen Wärme zu erhalten.

10. Um ſich eine Vorſtellung von dem zu machen, was bey dieſer Methode, die Stahlſtäbe zu magnetiſiren, vorgeht, bemerkt du Hamel noch, man müſſe zugeben, daß die beyden großen mit magnetiſcher Kraft verſehenen Stahlſtangen, welche man an die beyden äußerſten Enden der zu magnetiſirenden Stange ordne, die magnetiſche Materie quer durch den kleinen Stab gehen laſſen, und daß der Umlauf derſelben in den kleinen Stäben um ſo viel reiſſender ſey, als die Maſſe der großen Stangen größer wie die der kleinen Stäbe iſt; dieſer Umlauf wird aber noch mehr vergrößert, wenn man vermittelſt anderer groſſer ſehr ſtarker magnetiſcher Stäbe über die ganze Länge ſowohl der erſten großen als auch der kleinen Stäbe hinwegſtreicht; vielleicht ſey der Umlauf durch die Armatur zum Theil unterbrochen, und man könne vermuthen, daß ein Theil in den mit dem zu magnetiſirenden parallel gehenden unmagnetiſchen Stab hinübergehe. Es möge hiemit nun eine Beſchaffenheit haben, welche es wolle, ſo hätten ſie bey ihrer Vorſicht weit ſtärkere magnetiſirte Stäbe erhalten, als diejenigen wären, die ſie von England erhalten hätten.

Zwey Stäbe von D. Knight, welche 12 Unzen 3 Drachmen wogen, konnten 28 Unzen 2 Drachmen tragen. Dagegen zogen zwey kleine Stäbe von ihrer Art, welche 6 Unzen $3\frac{1}{2}$ Drachm. wogen, 36 Unzen 3 Drachm., und zwey andere Stäbe, welche 14 Unzen 4 Drachmen wogen, 44 Unzen 2 Drachmen.

Du Hamel ſchloß daher: 1. daß es leicht ſey, eben ſo ſtarke magnetiſche Stahlſtäbe zu machen, als die-

diejenigen des D. Knighe; 2. daß man mit Stäben von 14 bis 15 Unzen, ohne einen Magnet, kleine sehr starke magnetische Stäbe zu Stande bringen könne, wenn sie gleich nur 4 bis 5 Unzen wiegen; 3. daß man mit den nämlichen Stäben die Pole eines schwachen Magneten verändern, ihre Kraft vergrößern, und den Magnetnadeln eine größere Stärke mittheilen könne, als mit den besten Magneten.

Was die andere Absicht betrifft, die Nadeln über ihrer Unterstützung beweglich zu machen, so bemerkt du Hamel, daß Antheaulme dieß mit ausserordentlicher Leichtigkeit ausgeführt habe; in dem Mittelpunkte seiner Boussole stellte er nämlich eine kleine kupferne Säule, welche dick genug war, um auf selbige ein kleines achatenes oder gläsernes Hütchen kütten zu können; ein ähnliches Hütchen befestigte er in dem Mittelpunkte seiner Rose; nachher bereitete er eine kleine kupferne Spindel, deren eines Ende in das Hütchen auf der kupfernen Säule in der Mitte der Boussole eingelassen ist, und das andere Ende von dem andern Hütchen in der Mitte der Rose aufgenommen wird; endlich ist in der Mitte dieser Spindel eine kleine kupferne Nadel angebracht, welche drey kleine Gewichte in drey verschiedenen Punkten trägt, um die Spindel und die Rose in einer senkrechten Richtung zu erhalten.

Um nun auch die Nadeln nicht zu beweglich zu machen, wenn sie auf dem Schiffe mit Nutzen gebraucht werden sollen, brachten sie unter der Rose kleine Flügel von Papier an, welche, ohne sie zu beschweren, der Luft einen Widerstand leisteten, der die Schwingungen der Nadeln ungemein verminderte.

Was die Abweichung der Magnetnadel betrifft, ſo hatte man zwar bisher zu Lande und zu Waſſer eine ſehr große Menge von Beobachtungen angeſtellt, aus welchen ſich ergab, daß ſie an einem und demſelben Orte ſelbſt veränderlich ſey; allein ſie waren doch bey weitem noch nicht genau genug, um etwas ſicheres daraus zu ſchließen. Man hatte bemerkt, daß es ſehr ſelten zwey Magnetnadeln gebe, welche genau dieſelbe Größe der Abweichung zeigten. Ihre verſchiedene Länge, Beweglichkeit, mitgetheilter ſtarker oder ſchwacher Magnetismus u. d. g. mußten natürlich die Urſachen davon ſeyn. Aus dieſem Grunde haben einige Naturforſcher die gewöhnlichen Compaſſe, welche bisher zur Findung der Größe der Abweichung waren verfertigt worden, anders einzurichten und zu verbeſſern geſucht. Buache [b]) hatte ſich daher Mühe gegeben, eine ganz neue Einrichtung einer Bouſſole zu erfinden, vermittelſt welcher man bey einer einzigen und der nämlichen Operation ſo wohl die Abweichung als Neigung der Nadel mit einer weit größern Genauigkeit und Leichtigkeit, als man bisher vermögend geweſen war, beſtimmen konnte. Er iſt mit de l'Isle der Meynung, daß es vortheilhafter ſey, zu den Bouſſolen kein kupfernes, ſondern entweder ein hölzernes oder ein marmornes Gehäuſe zu wählen, weil das Kupfer einiges Eiſen enthalten könnte, welches den Gang der Nadel unſicher mache. Er bemerkt, daß er mit ſeiner Bouſſole allemal die Abweichung ein wenig größer gefunden habe, als ſie mittelſt der gewöhnlichen Bouſſolen beſtimmt worden. Vielleicht, ſagt er, rühre dieſer Unterſchied von der viel freyern Aufhängung ſeiner Nadeln, und von ihrer gleichen Dicke längs der ganzen Länge her.

Für

b) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1732.

Für die Schifffahrt ist es besonders äußerst wichtig, die Abweichung der Nadel zur See so genau als möglich zu bestimmen. Durch einen Schiffbruch eines englischen Geschwaders wurde die Societät zu London veranlaßt, für die beste Methode, die Abweichung der Nadel zur See zu finden, auf das Jahr 1731 einen Preis auszusetzen. Bey dieser Gelegenheit hatte Bouguer gezeigt, wie schwierig es sey, so genaue Beobachtungen über die Höhe eines Gestirns auf der Morgen- und Abendseite mittelst der gemeinen Boussole anzustellen, als es bey der gewöhnlichen Methode, die Abweichung zur See zu finden, nöthig ist. Um dieser Schwierigkeit abzuhelfen, und andere dabey vorkommende ungünstige Umstände zu vermeiden, gab de la Condamine [c]) eine andere Methode an, die Abweichung der Nadel zur See zu finden, welche Godin [d]) noch einfacher zu machen suchte.

Die Abweichungen zu Paris, welche jährlich von Maraldi und Fauchy beobachtet worden, sind folgende:

Jahre	Abweichung		
1730	14°	25′	gegen Westen.
1735	15°	45′	
1740	15°	45′	
1745	16°	15′	
1750	17°	15′	
1760	18°	0′	
1770	19°	0′	

Da durch diese und andere Beobachtungen genugsam erwiesen war, daß die sogenannten Abweichungs-

c) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. an. 1733.
d) Ibid. an. 1734.

chungslinien auf der von Halley entworfenen Abweichungscharte sich verrücken, so sahe man wohl ein, daß man mit der Zeit neue Abweichungscharten nöthig habe. Dergleichen sind auch wirklich aus neuern Beobachtungen entworfen worden; für das Jahr 1744 eine von Mountaine und Dodson e); für das Jahr 1755 eine von Zegollström f); für das Jahr 1765 eine von Bellin g); und für das J. 1772 eine. Aus der Betrachtung dieser Charte lassen sich für das Jahr 1770 folgende merkwürdige Sätze ziehen:

1. In ganz Europa, Afrika, dem östlichen Theile von Nordamerika und dem südlichen Theile von Asien nebst den angränzenden Meeren war die Abweichung der Nadel durchaus westlich.

2. Im Ocean, westwärts von Großbritannien, und ostwärts vom Vorgebirge der guten Hoffnung, war sie am größten, und betrug daselbst 25 Grad.

3. Die beyden für die Abweichung von 15° gezogenen Linien kreuzen sich mitten in Afrika. Diese Linien sind zwar nicht unmittelbar aus Beobachtungen bestimmt, die in Afrika selbst angestellt wären; aber sie haben doch ohne Verletzung der Analogie nicht anders gezogen werden können.

4. Vom weißen Meere aus geht durch Asien, das südliche China und die philippinischen Inseln eine Linie, in welcher gar keine Abweichung statt findet.

5. Die

e) Philos. Transact. Vol. L. P. I. p. 329.

f) *Mar. Strömer* et *Jo. Gust. Zegollström* dissert. de theoria declinat. magneticae. Upf. 1755.

g) Carte des variations de la Bouſſole et des vents généreaux, que l'on trouve daus les mers les plus frequentes p. Mr. *Bellin*. à Paris 1765.

5. Dieser Linie gegen Morgen fängt die Abweichung an östlich zu werden, und bleibt dieß bis an eine Linie, welche von Florida aus an der brasilianischen Küste hin bis an den ersten Meridian unter 40° südlicher Breite geht, in welcher Linie wiederum gar keine Abweichung ist.

6. Die größte östliche Abweichung von 25° findet unterhalb der südlichen Spitze von Amerika statt.

7. Halley hatte in seiner Charte die Linien für die größten Abweichungen von 25°, bey Afrika und Amerika um 15° weiter gegen Morgen, bey Großbritannien 40 bis 50° weiter gegen Abend gesetzt; um so viel hatten sich also diese Linien seit 70 Jahren verrückt.

Halley hatte zur Erklärung der Abweichungen der Nadel an den verschiedenen Orte der Erdfläche die Hypothese angenommen, die Erdkugel sey ein großer Magnet mit vier magnetischen Polen oder Anziehungspunkten, von welchen je zwey und zwey nahe an jedem Pole des Aequators lägen. Gegen diese Hypothese hat der jüngere Euler [h]) wichtige Zweifel erhoben, und bewiesen, daß man mit der Annahme von zwey magnetischen Polen alle mögliche Abweichungen der Magnetnadel beweisen könne. Nach folgenden Voraussetzungen, wenn die beyden Pole einander gerade entgegengesetzt sind, und zwar 1) wenn sie in einerley Meridian, 2) wenn sie in zwey verschiedenen Meridianen, und 3) wenn sie in zwey entgegengesetzten

h) Recherches sur la declinaison de l'aiguille aimantée in den Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Prusse. an. 1757. p. 175.

ten Meridianen lägen, hat Euler mittelſt der Mathematik Formeln zu berechnen geſucht, nach welchen die Hallen'ſchen Abweichungslinien ſich würden beſtimmen laſſen. Nimmt er nun an, daß der magnetiſche Nordpol 14, der Südpol 35 Grad von den Erdpolen abſtünden, die durch beyde gelegten Meridiane aber 63 Grad von einander entfernt wären, ſo findet er die Abweichungslinien nach dieſen Formeln ziemlich zuſammentreffend mit der fürs J. 1744 von Mountaine und Dodſon entworfenen Charte. Nach Euler's Vermuthung würden ſeine gegebenen Formeln noch mehr mit den Beobachtungen zuſammentreffen, wenn er den Nordpol 17 Grad und den Südpol 40 Grad von den Erdpolen entfernt annähme.

Gegen Euler's Theorie hat der Göttingiſche Aſtronom, Tobias Mayer, in einer in der königlichen Geſellſchaft zu Göttingen vorgeleſenen ungedruckten Abhandlung nach dem Zeugniß der Herren Erxleben und Lichtenberg i) einige Erinnerungen gemacht, und die Erſcheinungen am Magnet auf folgende Art zu erklären geſucht: es ſey ein Magnet in der Erde anzutreffen, welcher in Vergleichung mit dieſer als unendlich klein zu betrachten iſt; er liege jedoch nicht im Mittelpunkte der Erde, ſondern etwa 120 Meilen davon, und zwar nach demjenigen Theile der Erde hin, welchen das ſtille Meer bedeckt. Dieſer Magnet habe nur zwey Pole, ſeine Axe laufe nicht mit der Erdaxe parallel, und ſeine Kraft nehme ab, wie die Würfel der Entfernungen zunehmen. Er entferne ſich in jedem Jahre etwa um $\frac{1}{1000}$ des Halbmeſſers der Erde von dem Mittelpunkte derſelben. Wenn eine gerade Linie durch den Mittelpunkt der Erde

i) Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. §. 709.

de und des Magneten gezogen würde, so schnitte sie die Oberfläche der Erde in einer Länge von 201 Graden von der Insel Ferro, und im 17. Grade nördlicher Breite. Die Länge dieses Durchschnittspunktes nehme jährlich um 8, die Breite um 14 Minuten ab. Uebrigens sey er der Meynung, daß die Axe des Magneten auf der durch die Mittelpunkte der Erde und des Magneten gezogene Linie senkrecht stehe, und dieses in einer Ebene, welche mit der Ebene des Meridians, worin jene Linie liegt, einen Winkel von $11\frac{1}{2}$ Grad macht, und zwar bey uns gegen Osten zu, auch wachse dieser Winkel jährlich um $8\frac{1}{2}$ Minuten. Aus dieser Hypothese folgerte Mayer für verschiedene Oerter der Erde folgende Größen der Abweichungen:

Aus der Hypothese gefolgerte		beobachtete	
Für Paris	14° 2′ westl.	14 bis 10° 0′	westl.
‚ Berlin	12° 2′ ‚	12° 40′	‚
‚ Upsala	11° 24′ ‚	9° 30′	‚
‚ Tornea	9° 45′ ‚	7° 30′	‚
‚ Petersburg	9° 44′ ‚	5° 0′	‚
‚ Am Cap	18° 1′ ‚	17° 30′	‚
‚ Louisburg	19° 54′ ‚	17° 0′	‚
‚ Quito	7° 36′ östl.	8° 0′	östl.

Lichtenberg bemerkt, daß man bey so unvollkommenen Beobachtungen, als sich Mayer bedienen mußte, eine solche Uebereinstimmung mit den wahren Abweichungen bewundern müsse.

Daß aber die Magnetnadel an einem und demselben Orte nicht nur einer jährlichen, sondern auch einer täglichen ja stündlichen Veränderung unterworfen sey, darüber hatte bereits Graham im Jahre 1722 zu London mannichfaltige Beobachtungen angestellt (Th. IV. S. 534.). Verschiedene Naturforscher, und besonders Swedenborg in seinem Werke vom

Magnet,

Magnet, haben dieß in Zweifel ziehen und behaupten wollen, daß eine ſolche Veränderung der Magnetnadel von irgend einem Mangel und Nachläſſigkeit bey der Obſervation ſelbſt herkomme. Daher hielt es Andr. Celſius k) der Mühe werth, dergleichen Beobachtungen von neuem in Schweden anzuſtellen. Zu dieſem Ende ließ er ſich bey dem Künſtler Siſſon in London unter Graham's Aufſicht einen richtigen Compaß verfertigen, welcher folgende Einrichtung hatte. Die Compaßnadel hatte eine prismatiſche Geſtalt, und war 1 Fuß und 2 Linien lang, $\frac{1}{2}$ Linie breit und $\frac{1}{3}$ Linie dick. Mitten auf der Nadel war ein ausgehöhlter meſſingener Knopf, welcher von einer meſſingenen Pinne mit der möglichſt geringſten Friktion berührt ward; auf dem ſüdlichen Ende der Nadel konnte man eine kleine meſſingene Pinne vor- und rückwärts ſchieben, um dieſelbe damit wagrecht zu ſtellen. Die Büchſe war von Holz mit einem meſſingenen Boden, welcher an jeder Seite einen Kreisbogen von 40 Graden ſo ſehr erhöht hatte, daß die Nadel in einer gleichen Fläche mit der Oberfläche des Bogens lag, worauf bey jeden fünf Minuten die Abtheilungen mit feinen Strichen gemacht waren, zwiſchen welchen jedoch ein ſo großer Raum war, daß man mit einem convex geſchliffenen Glaſe ein Fünftel oder jede Minute unterſcheiden konnte. Dicht auf dieſen Abtheilungen zeigte die Nadel in einem kleinen Spielraume die Grade mit einem feinen mit dem Horizont bleyrecht geſchliffenen Eychen. Die Büchſe war mit einer Glasſcheibe genau bedeckt, ſo daß, wenn man Beobachtungen anſtellen wollte, weder Luft noch Athem die Nadel von ihrer rechten Stellung zu bewegen vermö-

k) Abhandl. d. Schwed. Akad. d. Wiſſenſch. B. II. S. 45. f. der d. Ueb.

mögend seyn konnte. Da es nun hier allein darauf ankam, den Unterschied der Abweichung von einer Stunde zu der andern zu wissen, so stellte er den Compaß auf einen Tisch in seiner Kammer auf einem gewissen beliebigen Grade, ohne denselben nach der Mittagslinie zu richten; auch war er versichert, daß er während der Zeit, da er beobachtete, immer ungestört da stand. Uebrigens war er durch andere Proben, die er mit daran gehaltenem Eisen machte, versichert, daß die beobachtete Bewegung der Nadel von einem Magnetismus herrührte. Unter vielen damit angestellten Beobachtungen führt Celsius nur folgende in 2 auf einander folgenden Tagen gemachte an.

1740 am 30 April

um 8 Uhr	Vormitt. wich die Nadel auf	29 Minut.
9 -	- - - -	24 -
10 -	- - - -	25 -
11 -	- - - -	35 -
12 -	- - - -	47 -
2 -	Nachmitt. - -	50 -
3 -	- - - -	51 -
4½ -	- - - -	50 -
5 -	- - - -	49 -
6 -	- - - -	47 -
6¾ -	- - - -	47 -
10¾ -	- - - -	43 -

Am 1ten May

um 8 Uhr	Vormitt. - -	36 -
10¼ -	- - - -	38 -
11 -	- - - -	39 -
12½ -	- - - -	45 -
9 -	- - - -	42 -

Hieraus schließt Celsius, daß die Magnetnadel ihre Stelle von einer Stunde zur andern zwischen den

den Enden bis auf 10, und innerhalb 6 Stunden Zeit bis auf 27 Minuten verändere. Ferner, daß ſie von einem Tage zum andern zu gleicher Zeit nicht auf derſelben Stelle ſtehe, ſondern zuweilen auf 7 Minuten und mehr verſchieden ſeyn könne. Uebrigens hat er noch nicht bemerkt, daß Kälte, Wärme, imgleichen Schwere der Luft, Wind u. ſ. f. mit ſolchen Veränderungen einige Gemeinſchaft haben.

Nach Celſius hat Peter Hiorter [1]) die Beobachtungen über die Veränderungen der Magnetnadel fortgeſetzt, und aus 10000 angeſtellten Beobachtungen folgende Sätze hergeleitet:

1. Die Nadel hat eine tägliche Veränderung von Oſten nach Weſten oder umgekehrt. Dieß hat ſich alle Tage ordentlich und beſtändig ſo verhalten, mit einer täglichen Abwechſelung von 5 Minuten, manche Tage etwas mehr, manche etwas weniger, doch ſtufenweiſe, und ſelten in einem Sprunge vom Größten bis zum Kleinſten zu dieſen Stunden, wenn nichts beſonders dazwiſchen gekommen iſt, was die Nadel in ihrer täglichen Aenderung hätte ſtören können.

2. Dieſe Aenderungen haben nicht alle Tage einerley Zahl der Grade und Minuten gehalten, ſondern einen Monat weiter nach Oſten, eine andere Jahrszeit weiter nach Weſten, an welchen neuen Stellen die täglichen Aenderungen gleichwohl ihre völlige Richtigkeit haben. Mitten im Februar hatte ſich die Nadel 8 bis 10 Minuten weiter nach Weſten, und nachher in der Mitte des Märzes 10 Minuten öſtlicher gewandt, als da ſie am 19. Januar zuerſt von ihm beob-

1) Abhandl. der Schwed. Akad. d. Wiſſ. B. IX. S. 30. ff. d. deutſch. Ueberſ.

beobachtet ward. Das übrige des Märzes, den ganzen April, May bis den 12. Jun. hielt sie sich ziemlich gleich, so daß sie bis dahin um 5 oder 6 Minuten in ihrer täglichen Veränderung östlicher ward, nachher aber wuchs sie so schnell weiter nach Osten zu, daß sie am 22ten dieses Monats 50 Min. mehr nach dieser Seite zu war, als 10 Tage zuvor, und also einen ganzen Grad östlicher, als da der Compaß am 19ten Januar niedergesetzt wurde. In dieser Abweichung setzte die Nadel ihre tägliche Aenderungen ohngefähr 5 Minuten fort, bis am 9ten Jul., da sie sich des Morgens wieder $\frac{1}{8}$ Grad mehr nach Westen zurückkehrte, als den Abend zuvor, in welchem Striche des Compaßbogens die Nadel sich nachher bis zum Schlusse des Septembers hielt, bis sie sich nach und nach im folgenden Monat noch einige Minuten mehr nach Westen zog, bey welchen sie das übrige Jahr bis zum 19. Januar des folgenden ihre tägliche Hin- und Hergänge verrichtete, so daß sie diesen Tag etwa 15 Minuten östlicher stand, als das Jahr vorher, aber im März völlig wieder zu den Minuten zurückgekehrt war, wo sich ihre tägliche Aenderung das Jahr zuvor befand.

3. Hat man noch eine Aenderung der Magnetnadel gefunden, welche Verwunderung und Aufmerksamkeit verdient. Man fand nämlich, daß der Nordschein mit dem Magnet einige Gemeinschaft und Verbindung habe, und daß diese Nordscheine, wenn sie Schwedens Scheitelpunkt südlich, oder ungleich gegen die östliche und westliche Seite des Horizonts vorbeygehen, innerhalb wenigen Minuten eine ansehnliche Störung von ganzen Graden in der Magnetnadel machen. Es war am 1. März 1741. des Abends,

als

als Hiorter zum erſtenmal einen Nordſchein gegen Süden und zugleich die größere Aenderung der Magnetnadel bemerkte, nachdem er zwar verſchiedene mal die Unordnung der Nadel bemerkt, aber des trüben Himmels wegen keinen Nordſchein beobachtet hatte. Hernach ward die Nadel wieder einige mal ſehr unordentlich, aber bey trüber und wolkichter Witterung, bis ſich am 26. März nach 12 Uhr des Nachts eine große Aenderung mit der Magnetnadel zutrug, und zugleich ein ſtarker Nordſchein über den ganzen Himmel gieng, der ſich auch in Süden zeigte. So ward es nachher allezeit einige 40mal beobachtet, beſonders am darauf folgenden 5ten April, da die Magnetnadel Nachmittags um 2 Uhr anfieng, unordentlich zu werden und ſich von ihrer ordentlichen Stelle nach Weſten zu ziehen, ſo daß ſie um 5 Uhr $1\frac{2}{3}$ Grad weiter nach Weſten war, als um 10 Uhr Vormittags. Um 5 Uhr 18 Minut. war ſie wohl 20 Minut. öſtlich zurück gegangen, aber nach 6 Min. Zeit rückte ſie wieder 18 Minut. gegen Weſten. Nach dieſer Zeit, und bis $8\frac{1}{2}$ Uhr am nächſten Morgen, hatte die Nadel zu thun, ehe ſie ſich wieder in ihre vorige Lage ſetzte, in welcher ſie ſich ſonſt in ihrer täglichen Aenderung während dieſer Zeit gehalten hatte.

Das merkwürdigſte bey dieſer Aenderung der Magnetnadel war, daß Celſius einige Wochen zuvor an Graham nach London geſchrieben hatte, dieſelben täglichen Beobachtungen mit der Nadel anzuſtellen, ſo daß, wofern ſie in Schweden unordentlich würde, man erfahren könnte, ob ſich dieß auch an mehreren und entlegeneren Orten zugetragen hätte. Die Nadel zeigte ſich zu London zu eben der Zeit, wie in Upſal, eben ſo unordentlich, und zwar ſo ſehr, daß

Gra-

Graham in seinem Berichte meldete, er habe dergleichen noch nie bemerkt. Von einem Nordscheine meldete er nichts, weil er ohne Zweifel nicht gewohnt war, bey solchen Vorfällen darnach zu sehen.

Folgende Tafel zeigt, an welchen Tagen sich die größten Aenderungen der Nadel zugetragen haben, und zugleich Nordscheine vorgefallen sind.

1741.	März	1	0°	24′	1743.	April	2	0° 17′
		26	0	52½		May	3	0 20
	Aug.	5	1	40		Aug.	15	0 28
	Jul.	12	0	15		Sept.	20	0 9
		29	0	10			27	0 33½
		30	1	12		Octob.	14	0 14
	Aug.	2	0	7½	1746.	Sept.	12	0 18
		9	0	34		Octob.	4	0 26
	Sept.	21	1	33			7	0 27
		27	0	22			8	0 14
		28	3	40			9	0 23
		29	0	32			14	0 21
	Octob.	4	0	18			18	0 40
		8	0	40½			20	4 10
		24	0	38		Nov.	5	0 33
		31	0	23			6	0 45
	Nov.	1	0	26		Dec.	3	0 25½
		20	0	48			16	0 14
	Dec.	10	0	40			23	0 25
1742.	Jan.	5	0	32			24	0 15
1743.	März	8	0	45			29	0 20
		28	2	2	1747.	Jan.	2	0 10
	April	1	0	19			7	0 12

Aus diesen mannichfaltigen Aenderungen der Magnetnadel von der Stelle, wo sie sich nach den bisherigen Beobachtungen in ihrer jährlichen Veränderung zeigen sollte, folgert Hiorter:

1. Daß solche magnetische Beobachtungen, welche entweder innerhalb oder außerhalb Landes an einem gewissen Orte angestellt worden sind, oder noch angestellt

werden, um die jährliche Abweichung der Magnetnadel zu finden, alle Vorſichtigkeit erfordern; daß man nicht allein in jedem Jahre nach einerley Monatstag ſieht, ſondern auch auf gleiche Stunden an jedem Tage Achtung giebt, und die mit der Nadel vorgegangenen Aenderungen genau beobachtet, wenn man aus den Beobachtungen etwas gewiſſes und zuverläſſiges von der jährlichen Richtung und Aenderung der Nadel folgern will.

2. Daß alle diejenigen, welche die Abweichung der Nadel für einen gewiſſen Ort feſtſetzen wollen, außer den übrigen Vorſichtsmaaßregeln, z. B. einer genauen Mittagslinie, guter Nadeln und Entfernung alles Eiſens, nicht allein verſichert ſeyn müſſen, daß in der Stunde, in der ſie beobachten, die Nadel von keinem Nordſcheine geſtört worden ſey, ſondern daß ſie auch eine ſolche Jahrszeit und Stunde nehmen, wo ſie finden, daß die Nadel von ihrer mittleren gewöhnlichen Stelle am wenigſten abweicht.

3. Daß die mittlere Stelle einer ſolchen Nadel, von welcher ſie ſich auf beyden Seiten in ihren täglichen und nächtlichen Veränderungen entfernt, noch nicht bekannt iſt, und erſt durch einige Jahrlange magnetiſche Beobachtungen gehörig auszuforſchen iſt.

4. Daß auch beym Beſtreichen der Nadel mit dem Magnet, wenn ſolches zu ungleichen Zeiten des Tages und des Jahres geſchieht, beſonders bey den Beunruhigungen des Nordſcheins, in Acht zu nehmen iſt, ob nicht dieſe ungleichen Umſtände die Wirkung auf die Nadel haben, daß entweder verſchiedene Nadeln, oder eine und dieſelbe, verſchiedene Abweichungen und Richtungen bekommen.

Uebrigens muthmaßt Hiorter aus den größern Aenderungen der Nadel durch den Nordschein:

1. Daß der Nordschein entweder aus einer magnetischen, oder doch einer solchen Materie bestehe, welche die Nadel wenig beunruhigt, wenn die Materie sich in Norden hält, und zwar mit den lichtesten Bogen und Flecken über den Pol hinauf gegen den Scheitelpunkt geht, aber gleich stark im östlichen und westlichen Horizont ist, und die Nadel ihre ordentliche Abweichung gegen Westen von 9 Gr. hat, so groß als sie ohngefähr in Schweden gefunden wird, zum Zeichen, daß der Nordschein und das nördliche Ende der Nadel wohl mit einander übereinkommen; wenn aber der Nordschein den Scheitelpunkt nach Süden vorbeygeht, oder auch im östlichen oder westlichen Horizont lichter und dichter wird, so daß er auf den südlichen Theil, der Abweichungsnadel gerade gegen über, oder auf die Seiten wirkt, so zeigt die Nadel diese Störung stärker oder schwächer, je nachdem sich die Materie des Nordscheins da mehr oder weniger gesammlet zu haben scheint.

2. Daß der Nordschein gewiß die höchste Erscheinung in unserer Luft, ja so hoch und weit gegen den Himmel gestreckt ist, daß er auf einmal die Nadeln in Upsal und London, in einer Entfernung von mehr als 130 schwed. Meilen, beunruhigen kann.

3. Daß man an der Magnetnadel sehen kann, ob es einen Nordschein am Himmel giebt, entweder am hellen Tage, oder bey wolkichter Nacht. Und im Gegentheil kann man aus dem Stande des Nordscheins nach Süden sicher schließen, daß die Nadel in größerer oder geringerer Unruhe seyn, oder ihre

gewöhnliche tägliche Stelle mehr oder weniger ändern wird.

4. Daß die Nordſcheine zum Theil die größern monatlichen Abweichungen verurſachen können, die man bisher beobachtet hat, nähmlich daß die Nadel nach gewiſſen Nordſcheinen nicht ſo bald, als zu einer andern Zeit, wieder an die Stelle gekommen iſt, die ſie zuvor einnahm. Demnach fällt es ſehr ſchwer, wo nicht unmöglich, dieſe ſogenannten monatlichen Aenderungen regelmäßig und in gewiſſer Ordnung anzugeben.

Aus dieſem Angeführten, ſagt er, wird in die Augen fallen, welchen Einfluß außerordentliche und große Aenderungen des Magnets auf andere Compaſſe haben können, und wie viel Unordnung durch Nordſcheine darin erregt werden kann, nähmlich: 1. im Schiffcompaſſe, worauf vieler Menſchen Leben und Wohlfahrt beruht; 2. im Landmeſſercompaſſe; 3. im Markſcheidercompaſſe; 4. im Erzſuchercompaſſe.

Nach der Zeit hat Andreas Hellant [m]) in den nördlichſten Theilen von Schweden verſchiedene Beobachtungen mit vielen und großen Magnetnadeln angeſtellt, und dabey ſowohl ihre täglichen Aenderungen ſehr merklich gefunden, als auch ihre unordentlichen Bewegungen bey einigen ſtarken Nordſcheinen bemerkt.

Auch Canton [n]) ſtellte in England Beobachtungen über die täglichen Abweichungen der Magnetnadel

m) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. Th. XVI. S. 68.

n) Philoſ. Tranſ. Vol. LI. P. I. p. 398.

nadel an, und theilte seine Versuche hierüber im Jahr 1759 der königlichen Societät der Wissenschaften mit. Er hatte seine Beobachtungen vom Ende des Jahrs 1756 an 603 Tage lang fortgesetzt, und diese tägliche Veränderung an 574 Tagen regelmäßig gefunden. Die westliche Abweichung der Nadel nahm von 8 oder 9 Uhr Morgens bis 1 oder 2 Uhr Nachmittags zu; alsdann stand die Nadel eine Zeitlang stille, endlich gieng sie wieder zurück, bis sie in der Nacht oder am nächsten Morgen wiederum in ihre vorige Stellung zurückkam. Unregelmäßige Veränderungen hat er weniger gefunden, und wenn sich solche ereigneten, waren sie fast jederzeit mit einem Nordlichte begleitet.

Canton sucht den Grund der täglichen Veränderung der Magnetnadel in der durch die Wärme geschwächten magnetischen Kraft, und beweißt dieses durch folgende Versuche: In der Gegend von Ost-Nord-Ost eines Compasses stellte er einen kleinen Magnet so weit davon, daß er im Stande war, mit der magnetischen Kraft des Südpols den Nordpol der Nadel auf 45 Grad nach Nordost zu halten; hierauf beschwerte er ihn mit einem hohlen Gewichte von 16 Unzen, und goß in selbiges 2 Unzen siedendes Wasser, wodurch der Magnet etwa 7 Minuten lang erhitzt wurde. In dieser Zeit gieng die Magnetnadel um $\frac{1}{4}$ Grad nach Norden zurück, blieb auf $44\frac{1}{4}$ Grad eine Zeitlang stehen, und kam in 9 Minuten wieder auf $44\frac{1}{2}$ Grad, nach einigen Stunden aber erst wieder auf 45 Grad. Er nahm ferner zwey Magnete, und stellte sie auf jeder Seite des Compasses so, daß die Südpole derselben den Nordpol der Magnetnadel gleich stark zogen; nahm er nun einen weg, so brachte der andere die Magnetnadel

auf 45 Grad. Beyde Magnete wurden mit hohlen Gewichten, jedes von 16 Unzen, beschwert, und in den östlichen 2 Unzen siedendes Wasser gegossen. In der ersten Minute bewegte sich die Magnetnadel um $\frac{1}{2}$ Grad, und kam nach 7 Minuten auf $2\frac{3}{4}$ Grad; hier blieb sie eine Zeitlang stille stehen; nach 34 Minuten aber, von der ersten Bewegung an gerechnet, gieng sie wieder zurück auf $2\frac{1}{2}$ Grad, und in 50 Minuten auf $2\frac{1}{4}$ Grad. Nun wurde das westliche Gewicht mit 2 Unzen siedendes Wasser angefüllt, und er bemerkte, daß die Nadel in der ersten Sekunde auf $1\frac{1}{4}$ Grad stand; nach 6 Minuten auf $\frac{1}{2}$ Grad der andern Seite zeigte, und ungefähr 40 Minuten hernach die anfängliche Stellung wieder erlangte.

Hieraus erklärt nun Canton die regelmäßige Veränderung der Magnetnadel auf folgende Art: würden nämlich in den Morgenstunden die östlichen magnetischen Theile der Erde eher erwärmt, als die westlichen, so würde dadurch die magnetische Kraft geschwächt, und die Nadel müsse sich mehr nach Westen bewegen; wenn aber auch die Westseite erwärmt würde, und die Wärme auf beyden Seiten gleich hoch gestiegen wäre, so müsse die Nadel eine Zeitlang stille stehen, und die Abweichung ihr Größtes erreicht haben; wenn sich hierauf in den Nachmittags- und Abendstunden die östliche Seite eher als die westliche abkühlte, so müsse die magnetische Kraft der westlichen Theile der Erde geschwächt werden, und die Magnetnadel müsse wieder so weit zurückgehen, bis auf beyden Seiten eine gleiche Temperatur statt fände, da alsdann die westliche Abweichung ein Kleinstes würde. Nach dieser Theorie muß die tägliche Veränderung im Sommer größer, als im Winter, seyn;

seyn; auch ist sie in der That im Junius und Julius fast doppelt so groß, als im December und Januar, gefunden worden.

Carl Wilke °) hatte bey der gemeinen Methode, die Abweichung der Magnetnadel auf dem festen Lande zu finden, wegen der zu ziehenden Mittagslinie Schwierigkeiten gefunden, und darin den Grund vermuthet, warum die Abweichung selten und an sehr wenig Orten wirklich erforscht und untersucht werden könne. Die Mittagslinie zu bestimmen erfordere oft längere Zeit, als man sich, z. B. auf Reisen, an einem Orte aufhalten könne; es gehöre dazu sowohl eine gute Uhr, als andere dienliche Werkzeuge, die man nicht allemal haben könne, und daher versäume man diese Beobachtung oftmals, weil man sie nicht mit gehöriger Sicherheit anstellen könne. Er selbst habe sich oft in solchen Umständen befunden, und sey dadurch veranlaßt worden, auf eine Methode und auf ein Werkzeug zu denken, wodurch sich die Abweichung im freyen Felde erforschen ließe, ohne daß die Mittagslinie oder andere nach den Weltgegenden gezogene Linien gegeben wären. Uebereinstimmende Sonnenhöhen schienen ihm dazu das beste Hülfsmittel zu geben. Hierauf gründete er die Vorrichtung eines Abweichungscompasses, womit er zur Probe die Abweichung zu Stockholm, auf der Anhöhe, wo das Observatorium liegt, untersucht hat. Der Versuch ward auf zweyerley Arten in Gegenwart des Ritters Wargentin angestellt:

1763

o) Abhandl. der schwed. Akad. d. Wissensch. B. XXV. S. 154. ff. der deutsf. Uebers.

1763 am 18. May. Vermittelſt des Inſtruments allein, das nach den Sonnenhöhen geſtellt war, fand ſich das Mittel aus mehreren Abweichungen der Nadel 11° 50′ 45″ weſtlich; übereinſtimmende Zeiten Vor- und Nachmittags gaben die Abweichung im Mittel 11° 49′ 30″ weſtlich. Vermöge eines Mittels aus beyden Beobachtungen ſchien es alſo, daß ſich die Abweichung für dieſen Tag mit Sicherheit auf 11° 50′ ſetzen laſſe, welche vermöge der einzelnen im Mittage ſelbſt erhaltenen Beobachtung 11° 45′ gefunden ward, und, wie die übrigen, nicht über 5 Min. von dem gefundenen Mittel abweicht.

Am 13. Juni fand man vermittelſt übereinſtimmender Sonnenhöhen die Abweichung im Mittel 11° 56′.

Ueber die Neigung der Magnetnadel hatten bereits Pound, Cunningham, Noel, Feuillée und Andere merkwürdige Beobachtungen angeſtellt, welche bereits im 3ten Bande S. 538 u. f. angeführt worden ſind. Dieſe Beyſpiele würden ohne Zweifel Mehrere aufgemuntert haben, dergleichen Beobachtungen weiter zu verfolgen und zu vervielfältigen, wenn man nicht unglücklicher Weiſe der Meynung geweſen wäre, daß ſich zwiſchen den Beobachtungen ſo einſichtsvoller Männer ſo viel Unterſchied finde, daß die Sache dadurch von neuem verwickelt werde, und man alle Hoffnung verlor, wirklichen Nutzen daraus zu ziehen. In der That ſind auch ſeitdem keine Neigungscompaſſe in offener See geſehen worden, bis Herr de la Caille 1750 und nachher Eckeberg damit Verſuche unternommen haben.

Auf dem feſten Lande hingegen haben ſich mit dieſem Gegenſtande von Zeit zu Zeit verſchiedene Gelehr-

ohne Verschulden. Ebenso wenn Abwesenheit oder Krankheit die Ausübung der Pflicht hindert. Ferner wenn der Vater sich weigert, die Pflicht auszuüben, ohne daß ihm ein Vorwurf daraus gemacht werden kann. Endlich wenn der Vater die Pflicht nicht ausüben kann, weil er nicht weiß, wo sich der Abkömmling befindet. Dagegen ist es nicht genügend, daß der Vater nicht weiß, ob der Abkömmling noch lebt. Denn in diesem Falle kann der Vater die Pflicht ausüben, indem er sich nach dem Leben des Abkömmlings erkundigt. Wenn der Vater die Pflicht nicht ausübt, so kann der Abkömmling sie selbst ausüben. Er kann also, wenn er sich in Not befindet, Unterstützung verlangen. Wenn der Vater gestorben ist, so geht die Pflicht auf die Mutter über. Wenn beide Eltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Großeltern über. Wenn die Großeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Urgroßeltern über. Wenn die Urgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Ururgroßeltern über. Wenn die Ururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Urururgroßeltern über. Wenn die Urururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Ururururgroßeltern über. Wenn die Ururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Urururururgroßeltern über. Wenn die Urururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Ururururururgroßeltern über. Wenn die Ururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Urururururururgroßeltern über. Wenn die Urururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Ururururururururgroßeltern über. Wenn die Ururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Urururururururururgroßeltern über. Wenn die Urururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Ururururururururururgroßeltern über. Wenn die Ururururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Urururururururururururgroßeltern über. Wenn die Urururururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Ururururururururururururgroßeltern über. Wenn die Ururururururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Urururururururururururururgroßeltern über. Wenn die Urururururururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Ururururururururururururururgroßeltern über. Wenn die Ururururururururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Urururururururururururururururgroßeltern über. Wenn die Urururururururururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Ururururururururururururururururgroßeltern über. Wenn die Ururururururururururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Urururururururururururururururururgroßeltern über. Wenn die Urururururururururururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Ururururururururururururururururururgroßeltern über. Wenn die Ururururururururururururururururururgroßeltern gestorben sind, so geht die Pflicht auf die Urururururururururururururururururururgroßeltern über. Wenn die Ururur

gung der Magnetnadel in Torneå 78 Grad 5 Minut. gefunden. Das Inſtrument, womit er dieſe Beobachtung angeſtellt hatte, war von Paris; er beſtellte ſich aber nachher ein anderes bey Graham in London, welches der Inſtrumentenmacher Siſſon verfertigt hatte. Es beſtand aus einem meſſingenen Kreiſe, welcher auf einem meſſingenen Fuße auf einer runden Scheibe, mit drey Schrauben darin, ſteht. Der Kreis iſt in ſeine Grade getheilt, und jeder Grad nur in halbe, ſo daß an beyden Enden o Gr. an dem wagrechten Durchmeſſer ſteht, und von da an ſowohl nach unten als nach oben 90 Gr. gezählt werden, welche Zahl auf den Durchmeſſer kommt, der lothrecht auf die Fläche der runden Scheibe auf dem Fuße ſteht. Durch den Mittelpunkt des Kreiſes geht ein meſſingenes Lineal lothrecht, und ein anderes wagrecht, mit welchem ein dergleichen Lineal parallel in einer Entfernung von 5 Linien geht. Auf dieſen parallelen Linealen, dem Mittelpunkte des Kreiſes gegen über, ſind kleine Halbzirkel von $\frac{2}{3}$ Linien im Durchmeſſer, worin die zarten Axen der Magnetnadel wie in Pfannen frey und ungehindert ſpielen. Die Nadel ſelbſt war 5 geom. Zoll und 2 Linien lang, oder faſt ſo groß, als des Zirkels innerer Durchmeſſer, $1\frac{1}{5}$ Linie breit, dünner wie eine Uhrfeder und wog 18 Aß Dukatengewicht. Der Kreis iſt in einem viereckten hölzernen Behältniſſe, mit einer Glasthüre davor, befeſtigt, durch welche man den Stand der Nadel ſehen kann, ohne daß die äußere Luft ſie berührt. Wenn er die Beobachtung anſtellen wollte, ſo mußte die meſſingene Scheibe am Fuße durch die Schrauben wagrecht geſtellt werden, welche man mit einem gläſernen Waſſerpaſſe, der oben eine Luftblaſe hatte, prüfte. Mit dieſem

Werk-

Werkzeuge hat Celſius im Jahr 1743 zu Upſal verſchiedene Beobachtungen über die Neigung der Nadel angeſtellt, welche er bey allen Umwechſelungen der Nadel nicht über 10 Minuten verſchieden fand. Er glaubte, daß man ſicher genug annehmen könne, die Neigung der Nadel ſey in Upſal ungefähr 75 Grad.

Zu Memel hat Duhan de Jandun 1732 die Neigung etwa 72 Grad gefunden s). Insgemein aber iſt dieſe Sache auf eine außerordentliche Art vernachläſſigt worden, welche Nachläſſigkeit immer mehr und mehr zugenommen hätte, wenn nicht eine merkliche Aufmunterung neue Luſt dazu erregt hätte.

Mit allem Rechte fängt daher eine neue Periode dieſes wichtigen Gegenſtands von der Zeit an, da die königl. Societät der Wiſſenſchaften zu Paris im Jahr 1741 die Preisfrage aufgab, die Neigungsnadeln zu verbeſſern, und Bernoulli'n in Baſel den Preis ertheilte, welcher die Urſachen der Fehler der Neigungsnadeln, und die Mittel, ihnen abzuhelfen, abgehandelt hatte t). Dieſe Mittel beſtehen darin, daß ſich die Nadeln nur auf wagrechten Ebenen drehen müſſen, und daß man es durch hinzugeſetzte Gewichte ſo einrichten müſſe, daß die eigene Laſt der Nadel, die durch eine ſchädliche Beugung allemal ihren Schwerpunkt ſenkt, ihr eben die Stellung giebt, die ihr die magnetiſche Kraft geben will.

Inzwiſchen hatte der Herr de la Caille u) in den Jahren 1750 bis 1754 auf ſeinen Reiſen aus Frank-

s) Nouv. biblioth. german. T. XVIII. p. 388.

t) Pièces ſur les bouſſoles d'inclinaiſon. à Paris 1748. Mémoir. ſur la manière de conſtruire les bouſſoles d'inclin. pour concourir aux prix de l'année 1743.

u) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1754.

Reinheit und Klarheit des Wassers, das Vorhandensein der Bestandteile, die es enthalten soll, und das Fehlen der Stoffe, die es nicht enthalten darf, sind Eigenschaften, die man bei einem Trinkwasser verlangen muß. Es ist ein Irrtum, wenn man glaubt, daß das Wasser, das klar ist, auch gut sein muß. Es kann sehr wohl klar sein und doch Stoffe enthalten, die es zum Trinken ungeeignet machen. Ein Wasser, das Kalk- und Magnesiasalze enthält, ist ein hartes Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen. Ein Wasser, das Eisen enthält, ist ein eisenhaltiges Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen. Ein Wasser, das Kochsalz enthält, ist ein salziges Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen. Ein Wasser, das Schwefelwasserstoff enthält, ist ein faules Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen. Ein Wasser, das Ammoniak enthält, ist ein ammoniakhaltiges Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen. Ein Wasser, das Nitrate enthält, ist ein nitrathaltiges Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen. Ein Wasser, das Nitrite enthält, ist ein nitrithaltiges Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen. Ein Wasser, das Chlor enthält, ist ein chlorhaltiges Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen. Ein Wasser, das Schwefelsäure enthält, ist ein schwefelsäurehaltiges Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen. Ein Wasser, das Kohlensäure enthält, ist ein kohlensäurehaltiges Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen. Ein Wasser, das Kohlensäure enthält, ist ein kohlensäurehaltiges Wasser. Es ist zum Trinken geeignet, aber nicht zum Waschen.

| | | |

		Länge westliche		Breite südliche		Neigung der Nadel	
1751 Jan.	6	31°	55′	0°	12′	26½	
	8	32	50	2	25	22½	
	9	33	20	3	30	21	
	11	34	0	6	10	16	
	13	33	40	8	55	10	
	14	33	50	10	13	7½	
						Richtung der Lilie nach Süd	nach Nord
	16	35	0	13	5	1½°	0°
	17	35	30	14	32	3	1½
	19	37	30	18	19	11	10
	21	40	0	20	55	17	15½
zu Rio Janeiro							
Febr.	4	45	0	22	54	20¾	19¼
März	7	32	20	33	39	36	34½
	16	11	40	35	35	39½	38
	18	7	50	34	39	39	38
	20	6	45	35	50	40	38
	22	3	0	36	1	40½	39
		östlich					
	25	2	10	36	32	42½	41
	27	6	55	36	26	43½	42
	30	12	45	33	56	43	41
Auf dem Cap der							
gut. Hoffn. Apr.	26	16	10	33	55	44½	41⅚
1752 April	13	16	10	33	55	44½	41⅓
1754							
auf Isle de France							
Jan.	11	55	8	20	10	53	51 7/12
auf Isle de Bourbon							
Febr.	20	53	10	20	52	55⅓	53 5/12
März	2	50	0	23	27	56	53
	5	44	40	28	38	57	54
	7	39	50	30	56	58	54½
	9	36	15	32	35	55½	53½
	12	29	30	35	8	55	52
	17	26	30	34	1	53	51
	19	22	30	34	51	54	49½
April	1	6	15	27	30	40	38
	5	1	20	23	47	25½	24
		westlich					
Auf der Straße	8	4	30	18	29	15¼	14½

Länge

		Länge westliche		Breite südliche		Neigung Richtung nach Süd	der Linie nach Nord
nach der Insel St. Helena	April 10	8°	17′	15°	6′	$9\frac{1}{2}$°	$8\frac{1}{2}$°
	12	11	15	11	2	1	1
auf der Insel Ascension	17	16	19	7	56	11	$11\frac{1}{3}$
	22	20	13	4	52	$18\frac{1}{2}$	$18\frac{1}{2}$
	24	22	31	2	52	22	22
	27	25	4	0	11	$27\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{2}$
				nördlich			
	29	26	45	2	58	$33\frac{1}{4}$	$33\frac{1}{4}$
May	4	32	0	6	39	$39\frac{1}{4}$	$39\frac{1}{4}$
	6	36	15	10	3	43	43
	8	38	30	14	5	$48\frac{1}{2}$	$48\frac{1}{2}$
	11	40	10	20	44	57	57
	13	41	10	24	59	61	61
	22	42	0	34	41	$68\frac{1}{2}$	
	24	37	50	38	34	71	
	27	30	40	43	39	$73\frac{3}{4}$	
	29	23	45	44	45	$74\frac{1}{2}$	
	31	16	30	45	59	74	
Juni	14	5	43	47	45	72	
zu Paris	Sept. 22	0	0	49	51	$72\frac{1}{4}$	

Daniel Bernoulli x), welcher in einem anderen Aufsatze über die Neigungsnadeln ausführlicher handelt, bemerkt, daß der verschiedene Ausschlag, welchen de la Caille's Nadel gab, wenn die Neigung südlich ward, von einem Fehler des Werkzeugs herrühre. Nach Bernoulli's Meynung ist die beste Form der Nadeln die eines in die Länge gezogenen Weberschiffchens, oder die einer platt geschlagenen Spindel, welche sich auf beyden Seiten in Spitzen endigt. Ihre Länge setzt er zwischen 4 bis 16 Zoll, indessen zieht er doch die längern den kürzern vor, weil man ihnen eine stärkere magnetische Kraft mittheilen, und sie

x) Journal des savans. an. 1757. Janv. p. 27. sqq.

sie daher empfindlicher machen könne. Er hat es bequem gefunden, ihnen die Länge von 16 Zoll, die Breite in der Mitte von 3 bis 4 Linien, und die Dicke ein wenig über 1 Linie zu geben; eine solche Nadel wog ohngefähr 600 Gran. Die übrige Einrichtung dieser Nadeln ist folgende: in der Mitte derselben werden zwey kleine Stiftchen zu beyden Seiten angebracht, deren Axen genau in einer geraden Linie seyn müssen, welche völlig senkrecht auf der Vertikalebene seyn muß, in der sich die Nadel drehen soll. Diese zwey Stiftchen müssen polirt, vollkommen rund, und einander genau gleich seyn; ihre Dicke beträgt ohngefähr $\frac{1}{2}$ Linie, und sie müssen auf zwey Glasstücken aufliegen, welche sich so viel möglich in einerley horizontalen Ebene befinden. Uebrigens hat man wohl in Acht zu nehmen, daß die Nadel bis dahin nicht den geringsten Magnetismus annehme. Nun kommt es aber vorzüglich darauf an, daß die Nadel gegen alle ihre Lagen gleichgültig sey, was für eine Neigung man ihr auch gebe. Allein Bernoulli bemerkt, daß es unmöglich sey, dieß mit der erforderlichen Genauigkeit auszuführen; denn der Schwerpunkt der Nadel müsse genau in der gemeinschaftlichen Axe der beyden Stifte, um welche sich die Nadel dreht, befindlich seyn; dieß sey aber geometrisch betrachtet unmöglich. Daher suchte er die Nadel so einzurichten, daß ihre eigene Last ihr eben die Stellung giebt, welche ihr die magnetische Kraft geben will. Zu dieser Absicht ist ein messingener in 360 Grade getheilter Kreis von ohngefähr 4 Zoll im Durchmesser nöthig, der mit demjenigen verbunden wird, auf welchem die Neigungsnadel Grade zeigen soll, und sein Mittelpunkt liegt in der Axe der kleinen Wellen der Nadel; die Linie durch den Mittelpunkt auf der Ebene dieses Kreises

ſes ſenkrecht nach der Länge der Nadel gezogen trifft gerade den Anfangspunkt der Theilung deſſelben; hiernächſt wird auf derſelben Seite an die kleine Welle der Nadel eine kleine Nadel angebracht, welche derjenigen ähnlich iſt, die die Minuten auf einer Uhr zeigt, ſo daß man ſie um die kleine Welle herumdrehen kann; dieſe kleine Nadel nennt Bernoulli den Aequationsweiſer (l'aiguille d'équation); ihr Gewicht muß ohngefähr den 60ten Theil der großen Nadel betragen. Hierauf richtet man den Aequationsweiſer nach Null der Eintheilung, bringt die große Nadel auf ihre Lager, und ins Gleichgewicht, ſo daß ſie in horizontaler Lage ruht. Durch Hülfe dieſes Aequationsweiſers kann man der großen Nadel eine Neigung geben, welche man will, wenn man ſie nämlich herumdreht. Hiebey bemerkt Bernoulli, daß man genau unterſuchen ſolle, auf welche Grade man den Aequationsweiſer ſtellen müſſe, wenn die große Nadel eine Neigung von 5, 10, 15, 20 u. ſ. Grad zeigen ſoll. Nach allen dieſen Vorrichtungen wird die große Nadel magnetiſirt, und Bernoulli verſichert, daß ein ſolcher Neigungscompaß alle nur mögliche Vollkommenheit beſitzt, die man verlangen kann.

Bernoulli hat zugleich die vordem nicht genau bekannte Eigenſchaft dieſer Nadeln genauer erläutert, und gezeigt, daß ſie an einem und demſelben Orte in ungleichen Vertikalflächen ganz ungleiche Neigungen angeben können, welche alle größer ſind, als ihr rechter oder höchſter Stand im magnetiſchen Meridiane; daß ſie aber allezeit der Regel folgen: der Sinus totus verhält ſich zur Cotangente der Hauptneigung der Nadel im Meridiane, wie der Co-

ſinus

nus der Abweichung der Vertikalfläche von diesem Meridiane zur Cotangente der wirklichen Neigung der Nadel in dieser Vertikalfläche. Daraus folgt, wie es auch die Erfahrung beweißt, daß die Nadel sich an allen den Orten, wo ihr rechter Stand gegen den Horizont geneigt ist, im Meridiane selbst am höchsten hält; sich aber in allen anderen Ebenen mehr niederwärts neigt, bis sie in der Ebene, die mit dem Meridiane rechte Winkel macht, völlig lothrecht steht. Wo die Nadel in ihrem Meridiane horizontal ist, kann sie in den erwähnten Ebenen alle mögliche Stellungen bekommen. Ist aber die magnetische Richtung selbst lothrecht, so behält auch die Nadel diesen Stand, auf welche Seite auch das Instrument gewandt wird. Alles dieß rührt daher, weil die Nadel genöthigt ist, sich in eine Vertikalfläche zu schwingen. Wäre sie völlig frey, so würde sie sich sogleich vollkommen in die magnetische Richtung stellen. Diese ungleichen Neigungen geben die beste Anleitung, die Güte einer Nadel zu prüfen, man sieht auch daraus, wie viel daran gelegen ist, die Neigung im magnetischen Meridiane selbst zu beobachten, und um wie viel diejenigen haben fehlen können, welche diesen Umstand nicht gewußt, oder nicht in Acht genommen haben.

Bernoulli blieb in diesen Untersuchungen nicht bey bloßen Speculationen stehen, sondern ließ durch Dietrich, einem geschickten Künstler zu Basel, 12 Nadeln von ungleicher Länge verfertigen, die alle aufs genaueste mit der angeführten Regel übereinstimmten, und die Neigung zu Basel 71 $\frac{1}{2}$ Grad angaben, welche vor dem Erdbeben 72 Grad nordlich war. Eines dieser Werkzeuge ward Euler'n nach Berlin gesandt, dessen Einrichtung er auch ausführlich beschrieben

hat [y]). Und da dabey erfordert wird, daß die Nadel bey Eintheilung des Aequationsringes ohne alle magnetiſche Kraft ſey, welches bey einer gehärteten Nadel ſchwer zu erhalten ſteht, ſo hat er gezeigt, wie man mit einer ſchon magnetiſirten Nadel aus drey zuſammengehörigen Beobachtungen die Neigung finden und berechnen könne. Dieſe fand ſich 1757 zu Berlin 71° 45 Min. nordlich, wobey die Theorie dieſes Werkzeuges ſo ausführlich abgehandelt iſt, daß man darüber wenig mehr verlangen kann. Inzwiſchen hat Niemand aus dieſen Entdeckungen weiteren Nutzen gezogen, noch viel weniger Verſuche auf der See damit angeſtellt, ſondern die Meiſten haben die einfachen Nadeln beybehalten.

Auch hatte Bernoulli dem Hrn. de la Caille erſucht, mit ſeinem von Magny verfertigten Neigungscompaſſe Verſuche anzuſtellen, um ſeine kurz zuvor angeführte Regel einer Probe zu unterwerfen. Zu dem Ende legte er am 30. April 1757 auf einer völlig wagrechten Ebene eine kupferne mehr als 2 Fuß ins Gevierte habende Platte, auf welcher aus einem Punkte ein Kreis beſchrieben war, der genau von 10 zu 10 Graden durch ausgezogene Durchmeſſer eingetheilt war. In der Mitte dieſes Kreiſes war ein Stift ſenkrecht aufgerichtet, auf welchem er eine Magnetnadel von 4 Zoll Länge ſpielen ließ; hiernächſt drehte er die kupferne Platte wagrecht ſo lange, bis er verſichert war, daß die Nadel genau über einem Durchmeſſer ſpielte, welchen er als den magnetiſchen Meridian annahm. Hierauf brachte er ſeinen Neigungscompaß über alle übri-

y) Mém. de Berlin 1755. herausgek. 1757. p. 117. théorie de l'inclinaiſon de l'eguille magnetique, confirmée par des experiences.

ɔrige auf der kupfernen Platte gezogenen Durchmeſ-
r, und fand folgende Reſultate:

bweichung m magne-chen Meri-dian	beobachtete Neigung Abweich. war nach N. O.		beobachtete Neigung Abweich. war nach S. W.		beobachtete Neigung Abweich. war nach N. W.		beobachtete Neigung Abweich. war nach S. O.		berechnete Neigung	
0°	71°	45′	72°	0′	72°	0′	72°	0′	72°	0′
10	72	0	72	15	72	15	72	0	72	15
20	72	15	73	10	73	0	72	30	73	1
30	73	45	74	30	74	30	74	0	74	17
40	75	30	76	0	76	0	75	30	76	1
50	77	30	78	0	77	45	77	45	78	12
60	80	15	80	45	80	30	80	30	80	46
70	83	30	84	0	83	45	83	45	83	39
80	86	30	87	0	86	30	86	45	86	46
90	90	0	90	0	90	0	90	0	90	0

Bruggmann z) hat auch eine ganz neue Art
ıgegeben, die Neigung der Nadel mit einer eiſernen
Stange und dem Abweichungscompaſſe zu finden. Er
ıbrauchte hiezu eine 10 Zoll lange einfache, obwohl
ıch Euler's Art mit zugeſetztem Gewichte abgewo-
ne Nadel, womit er 1764 zu Franecker die Nei-
ung 72 Grad 12 Minut. fand.

Wilke bemerkt, daß alle dieſe Einrichtungen
de für ſich ihre Vorzüge und Mängel haben, und
aß ſich auf dem feſten Lande dadurch die Neigung mit
ıinlänglicher Sicherheit finden laſſe; allein was am
eiſten fehle, ſey eine geſchickte Anwendung davon
ım Nutzen und Dienſt der Seefahrenden, worau
ısher Niemand mit Fleiß gearbeitet habe. Die Na-
l, welche Bernoulli vorgeſchlagen habe, die auf
Lueckſilber oder im Waſſer ſchwimme, werde ſchwer-
ch ſo bald zu bewerkſtelligen ſeyn. Das meiſte koms
me

z) Tentam. philoſ. de materia magnetica p. 107. 217.

me auf eine dienliche Stellung der ſchon erfundenen an, die man zu Lande brauche, in welcher Abſicht auch Herrn Magnys Compaſſe die beſten geweſen ſeyn, ob ſie gleich wegen neuerer Entdeckungen Verbeſſerungen nöthig hätten.

Wilke fieng daher an, mit dergleichen Neigungswerkzeugen zum Gebrauche der Seefahrenden Verſuche zu machen, welche bisher bey dem Werkzeuge geblieben waren, das der Capitain Ekeberg auf ſeiner oſtindiſchen Reiſe mit ſich geführt hatte. Dieß war noch unvollkommen; aber die damit gemachten Beobachtungen mit andern verglichen gaben ihm die beſte Hoffnung, daß ſolche Werkzeuge durch neuere Verbeſſerungen eine erforderliche Genauigkeit erlangen könnten, und mit der Zeit Seefahrenden merklichen Nutzen bringen würden. Er ſagt, was die Ueberzeugung hievon am meiſten gehindert habe, ſey, daß man in den bisher angeſtellten Beobachtungen nie einige Uebereinſtimmung habe finden können. Die Unvollkommenheit der Werkzeuge, Unwiſſenheit, wie ſich die Nadel verhalte, und Mangel an genugſamen Verſuchen hätten jedes für ſich viel dazu beytragen können; aber man habe auch dieſe Uebereinſtimmung nicht allemal auf dem rechten Wege geſucht. Meiſtens habe man, wie vormals mit den Abweichungen, die Ordnung der Neigungen nach den geographiſchen Abtheilungen der Länge und Breite der Erde geſucht, womit ſie doch nicht die geringſte Gemeinſchaft habe. Die Erde wirke an und für ſich ſelbſt wie ein großer Magnet, der alle unſere Magnetnadeln regiere, und rings um ſich her ihnen die Lagen und Stellungen gebe, die Feilſpäne um jeden Magnet annähmen, und die ſich nur nach den Polen dieſes großen Magnets

und

und der magnetischen Abtheilung richteten, ohne Rücksicht auf die Bewegungen und Lage, welche dieser Magnet gegen andere Himmelskörper habe, worauf dessen geographische Eintheilung beruhe. Daher sey es seiner Einsicht nach vergebens, an Magnetnadeln ohne Abweichung und Neigung zu arbeiten. Alles, was wir damit ausrichten könnten, wäre, durch beobachtete Stellungen der Nadel gegen die Weltgegenden des von uns bewohnten großen Magnets Pole und Abtheilungen zu erforschen, und auf die Veränderung seiner magnetischen Eigenschaften Acht zu geben. Zu dieser Absicht sey es nöthig, gleichsam von einer Höhe herab die Erdkugel wie mit Magnetnadeln bestreuet zu betrachten, und aus der Uebereinstimmung ihrer Stellungen mit den Stellungen der Feilspäne um einen gewöhnlichen Magnet auf die magnetische Abtheilung der Erde zu schließen. Man könne aber diese Absicht viel leichter und sicherer erreichen, wenn man auf einer etwas großen Erkugel Magnetnadeln in der Stellung und an den Orten zeichnet, wie sie wirklich beobachtet worden sind. Diese machten natürliche Feilspänreihen aus, deren Strich die magnetischen Meridiane zu erkennen gäben. Auch auf einer Charte ließe sich dieses bewerkstelligen, aber es falle da nicht so gut in die Augen, daher auch Halley bey den Abweichungen eine andere und nützlichere Methode gebraucht habe, die Lage der Nadeln durch gewisse gezogene Linien zu erkennen zu geben, und solcher Gestalt das ganze Magnetsystem auf eine auch den Seefahrern unmittelbar nützliche Art vorzustellen. Dieß bleibe auch bey der Vorstellung des magnetischen Neigungssystems der einzige und beste Ausweg, weil sich alle diese Nadeln gegen die Erdfläche neigten, und solcher Gestalt nur in Profilen vorgestellt werden könnten,

wovon doch eine unendliche Menge erfordert werden würde, die deßwegen nicht zu bewerkſtelligen ſey. Bisher iſt ſolches aus Mangel hinreichender Beobachtungen unmöglich geweſen, durch Ekeberg's Beobachtungen aber bekam Wilke gleichſam den Schlüſſel, einen Verſuch damit zu machen. Ekeberg's Beobachtungen ſind auf einer Reiſe nach und von Canton 1766 und 1767 angeſtellt worden, und in folgender Tabelle enthalten. Das Zeichen N. u. bedeutet ſo viel, daß ſich das nordliche Ende der Nadel unter die wagrechte Linie neigte, und N. o., daß es über ihr ſtand.

		Breite			Länge			Neigung			Abweichung		
1766													
Jan.	16	62°	40′	N.	6°	34′	O.	81°	15′	N.u.	24°	30′	W.
April	7	7	45	—	2	32	W.	42	15	— —	7	45	—
	15	0	49	S.	4	11	—	30	0	— —	6	11	—
May	2	19	37	—	11	16	—	7	15	— o.	1	48	O.
	24	32	12	—	22	27	O.	41	35	— —	14	0	W.
Jun.	6	35	25	—	52	40	—	50	0	— —	26	30	—
	10	35	37	—	60	52	—	54	15	— —	27	30	—
	20	35	32	—	87	53	—	62	30	— —	21	15	—
	30	30	11	—	115	30	—	55	30	— —	—	—	—
Jul.	4	27	30	—	119	29	—	54	0	— —	8	15	—
	9	19	34	—	126	27	—	53	0	— —	4	0	—
1767													
März	31	29	29	—	56	20	—	55	0	— —	24	10	—
April	2	30	30	—	53	16	—	55	30	— —	25	0	—
	4	32	44	—	46	0	—	51	0	— —	24	0	—
	23	33	17	—	32	14	—	47	0	— —	18	0	—
	28	29	20	—	27	23	—	40	30	— —	—	—	—
May	1	26	52	—	26	42	—	36	0	— —	—	—	—
	3	24	26	—	24	45	—	29	30	— —	—	—	—
	6	20	12	—	19	11	—	19	30	— —	13	30	—
	8	17	22	—	16	13	—	10	0	— —	12	15	—
	17	15	40	—	10	15	—	4	20	— —	11	0	—
	18	14	26	—	9	0	—	2	50	— —	10	30	—
	19	13	35	—	8	10	—	0	50	— —	—	—	—
	20	12	29	—	7	8	—	1	0	N.u	9	5	—
	21	11	14	—	6	0	—	2	30	— —	—	—	—

		Breite			Länge			Neigung			Abweichung		
	22	9°	46′	S.	4°	39′	O.	7°	0′	N.u.	8°	10′	W.
	23	8	23	—	3	27	—	10	0	—	—	—	—
	25	7	49	—	3	0	—	13	30	—	7	15	—
	27	6	17	—	0	46	—	17	0	—	6	50	—
	28	4	51	—	0	53	W.	20	0	—	—	—	—
	29	3	41	—	2	32	—	23	15	—	—	—	—
	31	1	33	—	5	22	—	26	0	—	—	—	—
Jun.	1	0	4	N.	6	42	—	32	0	—	—	—	—
	2	2	30	—	7	41	—	37	30	—	—	—	—
	3	4	35	—	8	29	—	39	30	—	—	—	—
	5	6	4	—	8	46	—	40	45	—	—	—	—
	7	7	11	—	9	4	—	41	37	—	4	23	—
	12	8	23	—	9	20	—	42	0	—	—	—	—
	16	10	44	—	11	2	—	45	30	—	3	45	—
	17	12	5	—	12	19	—	48	0	—	—	—	—
	18	13	54	—	13	30	—	51	0	—	—	—	—
	19	15	22	—	14	54	—	53	0	—	—	—	—
	20	17	7	—	16	10	—	55	30	—	3	49	—
	21	19	3	—	17	13	—	57	0	—	—	—	—
	22	21	7	—	18	21	—	59	0	—	—	—	—
	23	23	7	—	19	26	—	60	30	—	—	—	—
	24	24	58	—	20	27	—	62	30	—	—	—	—
	25	26	50	—	20	22	—	63	45	—	—	—	—
	26	28	56	—	20	8	—	64	45	—	—	—	—
	27	30	34	—	19	34	—	67	30	—	—	—	—
	28	32	46	—	19	43	—	68	45	—	—	—	—
	29	34	45	—	20	7	—	69	15	—	—	—	—
	30	35	57	—	20	0	—	70	0	—	11	15	—
Jul.	4	35	53	—	18	38	—	70	45	—	—	—	—
	6	36	54	—	18	46	—	71	30	—	—	—	—
	7	38	33	—	12	56	—	73	30	—	12	22	—
	10	in Fayals			Rhede			72	0	—	—	—	—
	22	40	33	—	11	22	—	72	30	—	—	—	—
	28	47	10	—	0	55	O.	73	0	—	—	—	—

Der Neigungscompaß, womit Ekeberg dieſe Beobachtungen angeſtellt hat, beſtand aus einem vertikal hangenden meſſingenen Ringe, der ſich genau nach dem magnetiſchen Meridian ſtellen ließ, und mit einem doppelten Kreuze vergliedert war. Die Nadel, aus

ungehärtetem Stahl, aber wohl gehämmert, war einfach, weil die zuſammengeſetzten bisher nicht hatten glücken wollen. Ihre Länge betrug 10 ſchwed. Zoll, und die Breite 2 Linien, ſie rollte mit ihren Axen auf gläſernen Cylindern, die mit ſtählernen Schrauben verſehen waren und mit 2 Zangen, mit welchen die Axen der Nadel allezeit behend im Mittelpunkte der Ritze gehalten wurden. Durch vier Umwechſelungen und entgegengeſetztes Streichen konnte auch ſowohl die Nadel, als das Werkzeug allemal berichtigt werden, und man konnte damit viel verſchiedene Beobachtungen in kurzer Zeit anſtellen, aus welchen man nachher ein Mittel nahm.

Dieſe Beobachtungen Ekeberg's gaben, wie geſagt, Wilke'n den Schlüſſel zu dem vorher Bekannten, ſo daß er es wagen konnte, eine Abweichungscharte zu entwerfen. Auf dieſer Charte ſind die Längen und Breiten aller Oerter verzeichnet, wo eine Neigung beobachtet worden iſt. Die Größe der Neigung iſt dabey angezeigt, und durch die Stellen, wo man die Neigung gleich groß gefunden hat, ſind krumme Linien oder ſogenannte Neigungsparallelen von 5 zu 5 oder 10 zu 10 Graden gezogen worden, welche zugleich das Verhalten der Neigung an unzähligen andern Stellen auf der Erde angeben.

Die Beobachtungen ſelbſt, welche Wilke in der Charte angeführt hat, ſind die, welche Cunningham 1700, Feuillee 1710 und 1711, de la Caille 1750 bis 1754 und Ekeberg 1766 und 1767 gemacht haben.

Bey Vergleichung dieſer Neigungen ſelbſt und ihrer Vereinigung mit einander hat er folgendes vorausgeſetzt:

1. Daß

1. Daß die Neigungen, wie die Abweichungen, mit der Zeit an einem Orte beständig seyn, an einem andern Orte abnehmen, und an einem dritten zunehmen können. Hieraus folge

2. daß ältere und neuere Beobachtungen an nahe bey einander gelegenen Oertern in der Charte nicht zusammengefügt werden müssen; sind aber die Oerter weit von einander entfernt, besonders in der Länge, so können die Linien mit Nutzen darüber hinweg gezogen werden, um einiger Maaßen den Zusammenhang und die Ordnung der Neigungen zu erforschen, und eine genauere Uebersicht zu erhalten.

3. Bey der jetzigen Unvollkommenheit der Werkzeuge muß man einen halben oder ganzen Grad nicht so scharf rechnen, aber für eine fehlerhafte Beobachtung diejenige ansehen, die 3 bis 5 Grade vom übrigen System abweicht. Indessen können

4. nicht alle kleine Abweichungen, welche in der Charte vorfallen, der Neigung allein zugeschrieben werden, ohne dabey mit auf die Längen und Breiten zur See zu sehen, die dabey angegeben worden sind. Wenn diese nicht auf die Zeit und Stelle passen, da die Neigung beobachtet worden ist, so kann die beste Beobachtung unnütz werden, welches deßwegen bey Feuillee's Beobachtungen sich mehrmals ereignet. Aus diesen Gründen sind auf Wilke's Charte um die Neigung 6 Linien gezogen, welche er auf folgende Art besonders erklärt:

Wenn man vom untern Theile von Amerika anfängt, so findet man die auf der Charte mit 75, 70, 65, 60 und 55 bezeichneten Linien nach Feuillee's zu seiner Zeit angestellten Beobachtungen gezogen. Je-

de dieſer Linien iſt zwar nur durch 2 gegebene Punkte gezogen, und könnte folglich unzählige Wege nehmen; aber Feuillee's übrige Neigungen von 50 bis 20 Grad zeigen wenigſtens deutlich, daß dieſe Parallelen ihre Convexität nicht niederwärts kehren; daher auch Wilke den leztern eben die Krümmung gegeben hat, ſo lange ſie ſich über das feſte Land von Amerika ziehen, um an diejenigen zu ſtoßen, die auf der andern Seite durch de la Caille's und Ekeberg's Beobachtungen beſtimmt ſind. So zeigt auf dieſer Seite die Charte eigentlich den Zuſtand der Neigung für die Jahre 1710 und 1711, und in Ermangelung neuerer Unterſuchungen ließe ſich nicht mit Gewißheit ſagen, ob ſie ſich ſeitdem geändert habe oder nicht.

Ueber die See zwiſchen Amerika und Afrika, ſüdwärts des Aequators, ſind die Neigungsparallelen nach la Caille's und Ekeberg's Beobachtungen gezogen, die auch hier mehr mit einander übereinſtimmen, als man vermuthen konnte. Der magnetiſche Neigungsmeridian, oder die mit 00 bezeichnete Linie, über welcher die Nadel wagrecht gefunden worden iſt, dient, nebſt ihren auf beyden Seiten in faſt gleichem Abſtande gleichlaufenden Linien, 10,10 und 20,20 zum Grunde. Die Krümmung der Linien niederwärts erfordert ſowohl die aus la Caille's Beobachtungen zwiſchen Rio Janeiro und dem Cap, als auch die von Ekeberg im 19. Grad der Breite gefundene Neigung von 7 Grad.

Eben der Linien Krümmung und parallelen Gang hätte Wilke nordwärts des Aequators beybehalten können, da Ekeberg's Beobachtungsſtellen zwiſchen die des la Caille bey der Hin- und Herreiſe fallen. Auch ſtimmen ſie hier ganz wohl überein,

ein, und die Linien 30, 40, 50, 55. 60, 65 sind darnach gezogen. Bey 30 bemerkt Wilke, daß, wie Ekeberg auf der Hin- und Herreise diese Neigung fast unter dem Aequator südlich gefunden hat, des la Caille bey der Hinreise dazu gehörige aber, 26, 29, $30\frac{1}{2}$, einen viel größern Abstand zwischen 29 und $30\frac{1}{2}$ gebe, der um $1\frac{1}{2}$ Grad weniger unterschieden sey als 26 und 29, welche sich um 3 Grad unterschieden, so hat Wilke die mittlere 29 für die richtigste genommen, und darnach die Linien gezogen.

Diesen Gang bestätigen die obersten Linien 70 und 75 noch mehr. Die letztere beruht auf den Neigungen 74 und $74\frac{1}{2}$, die la Caille im 45. und 46. Grad nördlicher Breite auf dem Meere gefunden hat; sie ist nachher über London gezogen, wo Graham 74 bis 75 gefunden hat, und durch Stockholm, wo die Nadel damals 75 Grad am nächsten kam. Ekebergs letzte Beobachtungen setzen zwar nur 73 Grad etwas über diese Linie; aber da diese Neigung schon weiter unten in Fayals Rhede in einem Striche gefunden worden ist, wo die übrigen Beobachtungen da herum sie 72 Grad zeigen, und da Feuillee's Beobachtungen schon vor 50 Jahren die Neigung ein wenig höher hinauf 74 Grad setzen, welche sich vermuthlich weiter herunter gezogen hat, so hat sich Wilke nicht darnach richten können. Die Linie 70 ist zwar allein durch Ekebergs beobachtete 70 und 71 bestimmt, aber zugleich so gezogen, daß sie sich nach 75 richtet, und mit ihr alle zu Paris, Basel, Berlin, Franecker, Leyden, und um die azorischen Inseln bemerkte Neigungen von 72 bis 73 Grad einschließt. Eine weitere Anleitung, diese Linien quer hinaufwärts zu ziehen, hat Wilke

theils

theils von der vermutheten Lage des magnetiſchen Erdpols um und über Baffinsbay, theils auch von der Uebereinſtimmung mit andern Beobachtungen erhalten, als: Hudſons am Nordcap und Novazembla gefundene 84; Ekebergs 81 Gr. 15 Min. an den Färoeſchen Inſeln; Celſius 78 zu Torneå, und bey der Linie 65, Ozanams für Italien oder Rom angegebenen 62, welche jetzt etwas größer ſeyn möchte.

Muthmaßlich hat er die Linien 75, 70, 65, 60, 55 für Nordamerika in der Vorausſetzung gezogen, daß Feuillee's daſelbſt gefundene Neigungen ſich nach ſeiner Zeit etwa 5 Grad geändert haben. In Ermangelung gleichzeitiger Beobachtungen auf der europäiſchen Seite haben auch die Beobachtungen bisher keinen fernern Nutzen, als daraus mit der Zeit die Aenderung der Neigung zu erforſchen, von der Wilke vermuthet, daß ſie in dieſen Gegenden merklich iſt. Auch hat er dieſe Linien auf der andern Seite über einen Theil von Europa und Afrika gezogen, um Anleitung zu geben, an den Oertern, die von den Seefahrern beſucht werden, genauere Beobachtungen anzuſtellen.

Bey den Linien, welche über dem indiſchen Ocean gezogen ſind, wünſchte Wilke eben den Grund legen zu können, wie bey den bisher beſchriebenen. Allein es mangelte da an Beobachtungen, oder ſie waren ſo unzuverläſſig, daß er die Uebereinſtimmung nur durch Muthmaßung ſuchen mußte. Beym Vorgebirge der guten Hoffnung findet ſich ſogleich, daß Cunninghams ältere, und Ekebergs neuere Verſuche die Neigung auf der See 47 Grad angeben, da la Caille nicht weit davon ſie nur 42 bis 44

gefun-

gefunden hat. Wilke vermuthet, daß die Linie 45 hier fortgeht, und hat deßwegen alle diese Beobachtungen zwischen 40 und 50 gesetzt. Diese letzte Linie beruht auf Ekebergs und la Caille's unter Afrika bemerkte 51, ist nachher bey Isle de France vorbey gezogen, wo la Caille 51 bis 53 fand, und zuletzt durch Cunninghams über Neuholland angesetzte 52, die sich aber jetzt vermuthlich tiefer herunter findet. Die Linie 55 ist durch Ekebergs 54½ unter Madagascar, und 54 und 55½ bey Neuholland auf der Hinreise gezogen. Ihre Krümmung hat diese Linie nach der 50 bekommen, die selbst zur Rechten nach Ekebergs gefundener 53 ein wenig weiter herunter hätte gelenkt werden sollen; aber wegen der übrigen Linien ist sie bis-aufs weitere so gelassen worden. Diese beyden Linien schließen zugleich la Caille's Beobachtungen zwischen dem Cap und Isle de France in sich, wobey sein Compaß so ungleichen Ausschlag gab, der sich aber doch allemal zwischen 50 und 55 Grad erhielt. Ekebergs beyde Beobachtungen auf der Rückreise unter Madagascar, 54 und 55½, schienen wohl der Linie 50 nahe zu kommen; da sich aber bey der Hinreise 50 tiefer herunter fand, so kommen alle diese Beobachtungen hier etwas unordentlich unter einander zu liegen, so daß Wilke nicht umhin konnte, einige derselben für fehlerhaft zu halten. Uebrigens sey glaublich genug, daß diese Linien weiter heruntergehen. Die beyden untersten Linien 60 und 65, im asiatischen Ocean, sind nur gezogen, theils Ekeberg's 62½ zu stellen, theils einiger Maaßen zu zeigen, wie Cunninghams fast in eben der Breite, aber in einer ganz andern Länge, die von ihm bemerkten erst steigenden und dann abnehmenden Neigungen hat finden können, die doch

zum

zum Theil durch den hier angenommenen Gang der Linien beſtätigt werden.

Die übrigen höhern Linien 40, 30, 0, 10 und 20 beruhen auf dieſer Seite nur auf Cunninghams Reiſe nach und um China. Die Neigungen folgen nach der Gradzahl in richtiger Ordnung nach einander; doch hat Wilke nur zum Verſuche einige Linien darnach gezogen. Die Linie 40 ſtreicht zwiſchen Java und Borneo fort, wo die Neigungen abwechſelnd waren, von 35 bis 45 Grad. Der Meridian ſelbſt, wo die Nadel wagrecht ſteht, welcher nahe unter Canton zwiſchen 6 Grad nordlicher und $2\frac{1}{2}$ Grad ſüdlicher Neigung hätte fortgehen ſollen, iſt von Wilke etwas tiefer herunter gezogen worden, weil ihm die Nähe dieſer beyden Stellen nicht ſowohl $8\frac{1}{2}$ Grad Aenderung in der Neigung zu vertragen, als der große Abſtand zwiſchen $2\frac{1}{2}$ und den nächſten 4 Graden einige Berichtigung zu erfordern ſchien, die vornämlich die obern $2\frac{1}{2}$ trifft. Dadurch werden alle Linien mehr gleichlaufend, und die Linie 00 kommt über die Küſte von Indien zu ſtreichen, wo Noel in 12 Grad nordlicher Breite die Nadel wagrecht gefunden hat. Auch kommen ſie beym Fortziehen nach Afrika ganz wohl mit allen den übrigen an der Seite zuvor beſtimmten Neigungen überein. Uebrigens fügt Wilke noch folgende allgemeine Anmerkungen zur Erläuterung ſeiner bisher beſchriebenen Neigungscharte bey.

1. Die bisher beobachteten Neigungen liegen nicht ſo unordentlich unter einander, wie Einige haben vermuthen wollen, ſondern ſie machen vielmehr, nach der ältern Meynung, um die ganze Erde ein einziges und in guter Ordnung zuſammenhangendes

Sy-

System aus. Wir finden hier, wie bey andern Magneten, eine gewisse Linie, über welcher die Neigungsnadel wagrecht ist, und also die Kräfte der Pole, von denen sie regiert wird, im Gleichgewichte sind. Dieser magnetische Neigungsmeridian, welcher den magnetischen Aequator der Erdkugel vorstellt, theilt die Erdfläche in zwey Theile, innerhalb welcher die Nadel sich auf einer Seite nach Norden, auf der andern nach Süden neigt. Nahe bey diesem Meridiane sind die Neigungen klein; sie nehmen aber mit dem Abstande davon auf beyden Seiten zu, wobey die Neigungslinien, oder die Parallelen selbst, welche ihre Größe bemerken, in natürlicher Ordnung nach einander folgen, ziemlich parallel werden, und wie concentrische Kreise um ihre Pole gehen und solche einschließen.

2. Giebt die Karte genugsam zu erkennen, daß die magnetische Abtheilung der Erde mit der geographischen nicht zusammen trifft. Der Neigungsmeridian selbst und seine Parallelen sind nicht mit dem Aequator parallel, sondern schneiden ihn an zwey oder mehr Stellen. Nach Cunninghams Beobachtungen ist dieser magnetische Meridian 1700 unweit des ersten geographischen Meridians über Ferro durch den Aequator gegangen; jetzt aber geschieht dieß östlicher, innerhalb oder ein wenig außerhalb Afrika. Auf der andern Seite folgt sowohl aus dem Gange der Linien zwischen Afrika und Amerika, als aus Feuillee's Beobachtungen auf der Westseite von Amerika, daß er nebst den übrigen Parallelen wieder im stillen Meere durch den Aequator geht, den über und unter China fortstreichenden gleichen Zahlen zu begegnen. Des Meridians größter Abstand vom Aequator im

äthio-

äthiopiſchen Meere iſt ohngefähr 15 Grad, und die Linie 30, nordlicher Neigung, berührt ihn ziemlich genau. Solcher Geſtalt läßt ſich die Neigung nicht aus des Ortes Länge und Breite beurtheilen, ſondern ſie kömmt, wie die Abweichung, nur auf die Lage der magnetiſchen Erdpole an, von welchen längſt bekannt iſt, daß ſie nicht auf die geographiſchen fallen.

3. Dieſer magnetiſchen Pole eigentliche Lage läßt ſich durch dieſe unvollkommenen Verſuche noch nicht genau angeben; allein es trifft doch alles ſo nahe mit dem, was vorhin bekannt war, zuſammen, daß die Sache dadurch einen doppelten Werth erhält. Er macht es durch ſeine Charte wahrſcheinlich, daß das ganze magnetiſche Syſtem nur von zweyen Polen der Erde regiert werde. Den einen Pol erfordert ſeine Charte nothwendig um und über Baffinsbay, welches auf einer Erdkugel noch beſſer in die Augen fällt. Alſo ſey kein Zweifel, daß ſich der Pol in dieſer Gegend befindet. Die Neigungen nehmen nach dieſer Seite zu; die Abweichungen lenken ſich alle dahin, und die Seecompaſſe ſollen, ſowohl in Davisſtraße als in Hudſonsbay, oft verwirrt werden, wo man auch die größten Abweichungen findet. In ganz Aſien ſind die Abweichungen ſehr klein, und der Meridian, der 1761 in Sibirien gefunden ward, aber vor 20 Jahren bey Nordcap und Wardhus ſtrich, ſcheint ſich ein wenig oſtwärts zu ziehen, da die Abweichungen in Schweden, der Nordſee und Frankreich immer mehr und mehr weſtwärts zunehmen. Dagegen ſind ſie ganz klein und öſtlich auf der Weſtſeite von Nordamerika, welches alles ganz wohl damit übereinſtimmt, an dieſer Seite den Pol zu bezeichnen. Daß ſich aber noch ein anderer Magnetpol finde, das

das sey schwer zu beweisen. Die Neigungen zeigten bisher keine Spur davon, und die Abweichungen selbst könnten ohne ihn erklärt werden, zumal da ein solcher Magnetpol in der Erfläche nicht als ein einziger Punkt anzusehen ist, sondern als etwas, das sich weit erstreckt, und wovon alle Nadeln starke Wirkung empfinden.

Was die südlichen Pole betrifft, so lasse sich davon nichts zuverlässiges schließen, weil man von dieser Seite so wenig Beobachtungen habe. Feuille'es Beobachtungen um Südamerika gäben für diese Zeit keinen Pol unter Amerika in der Gegend zu erkennen, wo Halley seinen beweglichen amerikanischen Pol annahm. Auf der andern Seite schienen auch die zwischen Afrika und Neuholland gefundenen Neigungen sich daselbst um ihren eigenen Pol zu lenken, der ziemlich mit Halley's asiatischem übereinstimme. Wenn man aber auf einer Erdkugel die Stellung dieser Länder betrachte, und als glaublich voraussetze, daß sich die amerikanischen Linien geändert und mit den asiatischen vereinigt hätten, so werde es noch wahrscheinlicher, daß die Nadeln nur von einem einzigen Pole regiert werden, der im stillen Meere in einem der Meridiane liege, die über Afrika durch den Südpol giengen und zwischen Amerika und Neu-Seeland fortstrichen, in der Gegend, wo Euler diesen südwärts gelegenen Magnetpol gesetzt habe. Die Abweichungen ließen sich durch einen solchen Südpol hinlänglich erklären; aber sein Abstand vom geographischen Südpole sey noch sehr ungewiß. Euler setze diesen Abstand auf 30, ja auf 40 Grad, aber das stimme nach seinen Gedanken nicht mit den sehr kleinen Abweichungen überein, die sich bey Neuholland

und im ganzen ſtillen Meere fänden, wo vermuthlich ein Meridian ſtreiche. Dieſe ſchienen, wie viele andere, nicht mehr als höchſtens einen Abſtand von 20 Grad zuzulaſſen, welcher am beſten durch Neigungsbeobachtungen auf dieſer Seite zu beſtimmen ſey. Was Muſſchenbroek aus Noels lothrechter Nadel habe ſchließen wollen, daß ſich ein Pol unter Madagaſcar befände, werde ſowohl aus neuern Neigungen als Abweichungen hinlänglich widerlegt, die beyde auf oſtindiſchen Reiſen viel größer ausfallen müßten, als wirklich geſchehe, und Noel habe erwähnter Maaßen hierin fehlen können. Tasmans verwirrt gewordener Compaß bey Diemenslande beweiſe auch nicht eigentlich einen allgemeinen Pol, weil dergleichen Verwirrung allemal ſtatt finden könne, wenn eine Nadel über eine, oder zwiſchen ein Paar aufſteigende gleichartige Eiſen- oder Magnetklippen komme, wovon wir in den Finniſchen Scheren ein merkwürdiges Beyſpiel hätten. Wir hätten daher bis jetzt keinen Grund, mehr als einen ſüdlichen Magnetpol anzunehmen.

4. Die merkwürdige Bewegung und Verrückung der Magnetpole, und der ganzen magnetiſchen Abtheilung, werde mit der Zeit durch eine ſolche Charte großes Licht erhalten, und die ſeinige zeige davon ſchon deutliche Spuren. Daß ſich an einem Orte die Neigung mit der Zeit ändere, ſey aus mehreren Verſuchen klar, und die Charte ſelbſt gebe davon noch mehr Beweiſe. Alle ältere Beobachtungen bemerkten die Neigungen etwas höher hinauf, als die neuern, die ſich tiefer herunter gezogen zu haben ſchienen. Dieſes zeige ſich deutlich bey Feuillées Reiſe im atlantiſchen Meere, und um die Uebereinſtimmung

neue-

neuerer und älterer Beobachtungen zu zeigen, hat Wilke mit einigen punktirten Zeichen Ekebergs und Feuillée's Stellen für die Neigungen 65, 60, 55 Grad zusammengezogen, woraus man sieht, daß die Linien wohl in diesem Striche, wegen des großen Abstandes zwischen den Standpunkten, diesen Gang vertragen; daß sie aber höher hinauf und tiefer herunter durch ungeschickte Durchschnitte das übrige System verderben würden, welches geschehe, wenn man annähme, daß Feuillée's Neigungen in diesen 56 Jahren ohngefähr 5 Grad zugenommen hätten. Dieses zeige sich noch deutlicher weiter herunter an der Südseite des Aequators, wenn man da Feuillée's und la Caille's Reisen verfolge; aber Feuillée's Neigungen fielen alle höher hinauf. Hieben sey es merkwürdig, daß dieser Unterschied nach und nach abnehme, je weiter man herunter komme, und endlich in einigen und 30 Graden südlicher Breite ganz aufhöre, wo beyde fast auf einer Stelle die Neigung 35 bis 36 Grad gefunden hätten. Eben so verhalte es sich mit Cunningham's Beobachtungen auf dieser Seite, seine Neigungen fielen etwas unordentlich mit den übrigen zusammen, lägen aber alle höher hinauf, welches wieder um das Cap aufhöre, wo diese ältesten Beobachtungen mit den neuesten nahe zusammen fielen. Im asiatischen Meere treffe man auch dergleichen Aenderungen an. Cunningham's daselbst gefundene Neigungen seyen überall etwas größer, als Ekeberg's, und dürften sich nun weiter nach dem Südpole herunter gerückt finden, welches bey Neuholland durch die daselbst gefundene 53 wahrscheinlich werde.

De la Caille's Beobachtungen ſeyen in der Zeit nicht ſo weit von Ekeberg's entfernt, kämen auch damit faſt überall vortrefflich überein; doch aber ſey zu bemerken, daß ſie die Neigungen ein wenig höher hinauf ſetzten, als Ekeberg ſie ſpäter gefunden habe. Wenn ſich nun dieſes allein an einigen Stellen zeigte, ſo ließe ſich daraus nichts ſchließen, aber da es während der ganzen Reiſe geſchehe, bey den Verſuchen ungleicher Beobachter zutreffe, und die Aenderung ſich nach der Länge der Zeit richte, die zwiſchen den Beobachtungen verfloſſen ſey, ſo könne man ſich nicht enthalten, es für eine reine Folge anzuſehen und für einen Beweis anzunehmen: daß ſich die Neigung wirklich ändere, und die ganze magnetiſche Abweichung verrucke. Dieſe Verruckung ſcheine nach dem erwähnten ſowohl ſüdwärts als etwas oſtwärts hinaus zu geſchehen, woraus wieder folgen würde, daß z. B. der nordliche Magnetpol, dem Halley eine Bewegung von Oſten nach Weſten zuſchrieb, ſich auf die entgegengeſetzte Art verrucke, von Weſten nach Oſten; zugleich aber ſchief beym Erdpole, ein wenig herunter nach dem Aequator zu, vorbey gehe. Davon könne es herrühren, daß ſich die Neigung in den Oertern Europens, welche gegen des Pols Wege lothrecht lägen, eine Zeitlang wenig ändere, während doch die Abweichung anſehnlich zunehme; daß eben die Neigungen, weil ſich der Pol nähere, ſchneller auf der nordamerikaniſchen Seite zunähmen, und alle Neigungslinien ſich weiter hin gegen den Aequator verrückten; daß der Neigungsmeridian ſelbſt, wo die Nadel wagrecht ſteht, ebenfalls ſüdwärts fortrücke, und ſolchergeſtalt alle nordliche Neigungen zunähmen, aber die ſüdlichen abnähmen u. d. gl. m. Die Beobachtungen ſeyen nicht

zulängs-

zulänglich, etwas von dem ſüdlichen Magnetpole zu ſagen. Die Abnahme der Neigung bey Neuholland ſcheine nur anzugeben, daß ſich derſelbe an dieſer Seite unten fortziehe; und ihre Beſtändigkeit zwiſchen Rio Janeiro und dem Cap gebe Anlaß, zu vermuthen, daß ſein Weg den Südpol ſchief vorbeygehe, dem nordlichen Magnetpole entgegen, auf eine Art, die an dieſen Orten die Nadel in ihrem Gleichgewichte und gleichem Stande erhalten könne.

Ein ſolches Zuſammenrucken der Pole ſey an ſich ſelbſt eine natürliche Folge von Halley's ſinnreicher Hypotheſe, daß die Erde die unbeweglichen Pole in ihrer Rinde habe; die beweglichen aber in einem innern freyen Magnetkerne zu finden ſeyen. Wenn ſich dieſes ſo verhalte, und die Stellungen der Magnetnadeln bewieſen, daß ſowohl die beyden nördlichen als die beyden ſüdlichen Pole von einer Art ſind, ſo müßten auch die nördlichen und ſüdlichen, als entgegengeſetzte Pole, einander zurücktreiben, ſich aber nach und nach gegen die auf der andern Seite befindlichen freundſchaftlichen Pole ziehen. Daraus folge, daß ſich der innere Magnetkern drehe, bis die freundſchaftlichen Pole zuſammen kämen, da die Bewegung aufhöre, aber zugleich der äußerliche Magnetismus verſchwinde oder geſchwächt werde. Sollte der Magnetismus der Erdkugel, nach der Meynung der Neuern, nur auf dem innern mit zwey Polen verſehenen Magnetkerne beruhen, ſo könnten deſſen Pole wohl nicht zuſammenrucken; aber die in der Erdrinde befindlichen Eiſenerze könnten doch ein ſolches Drehen des innern Magnets veranlaſſen, da wir täglich ſähen, daß dergleichen Erze durch Reifen und Verwitterung geſchickt würden, die magnetiſche Kraft

anzunehmen, und ſelbſt Magnete zu werden. Wir könnten uns wenigſtens auf dieſe Art eine natürliche Urſache vorſtellen, woher die ſo gewiſſe als wunderbare Aenderung des Magnetſyſtems rühre.

Endlich wünſcht Wilke noch, daß Seereiſende zur Verbeſſerung ſeiner entworfenen Neigungscharte mehrere Beobachtungen anſtellen möchten. Schon einige wenige Reiſende, welche ſolche Beobachtungen ſorgfältig ſammleten, würden viel dabey ausrichten können. Auf Seereiſen aus Europa nach Archangel, Grönland, Hudſonsbay und Cayenne könnten beträchtliche Erläuterungen erhalten werden, eben ſo wären Beobachtungen auf einer Reiſe nach der Levante nöthig. Oſtindienfahrer hätten erwünſchte Gelegenheit, den Zuſtand um ganz Afrika zu erfahren, und im indiſchen Meere müßten die Neigungen auf dem Wege nach China mit denen verglichen werden, die man auf dem Wege nach Perſien oder den malabariſchen Küſten finde. Seefahrende hätten wirklich Urſache, ſich hiemit zu beſchäftigen, denn die Abſicht hiebey ſey nicht bloß gelehrte Neugierde, ſondern die Schiffahrt erhalte dadurch ſelbſt einen neuen Grad der Vollkommenheit. Seefahrende könnten nicht ohne Compaß ſeyn, der Compaß werde ohne gute Abweichungscharten unnütz, dieſe erforderten Kenntniſſe von der magnetiſchen Abtheilung der Erdkugel, und dieſe werde am beſten durch die Neigung erlangt. Dieſe Neigungscharten, wenn ſie einmal zu Stande gekommen wären, würden unmittelbar den Seefahrenden nützen, ihre Länge und Breite auf offener See zu finden. Man bediene ſich ſchon dazu mit Vortheil der magnetiſchen Abweichungen, die ſich viel weniger änderten und viel unbeſtändiger wären, als die Neigungen.

gen. Ekeberg habe auf seiner ganzen Reise keine größere Unterschiede der Abweichung gefunden, als 27 Grad, aber die Neigungsnadel habe wenigstens 136 Grade ihres Kreises durchlaufen. An vielen Stellen, z. B. zwischen Afrika und Amerika, ändere sich diese Nadel auch so schnell, daß oft 3 bis 4 Grade auf einen Grad der Breite kommen, also ließe sich daraus oft die Breite mit Nutzen finden, zumal bey trübem Himmel. Der Neigungscompaß habe vor allen übrigen Methoden den Vortheil, daß man dazu weder heitern Himmel noch Rechnung brauche, sondern der Nadelstand selbst innerhalb der Cajüte auf der Charte zeige, wo man sich auf dem Meere befinde. Er werde auch der beste Rathgeber in manchen andern Fällen seyn, wo andere Compasse verführerisch wären, z. B. in der Nähe von Magnetbergen. Des Instruments gegenwärtige Unvollkommenheiten müßten die Anstellungen solcher Beobachtungen nicht hindern, zumal da ihnen nichts anders mangle, als nur die allergrößte Richtigkeit, die man noch einige Zeit entbehren könne, wenn man lieber weniger fehlerhafte Beobachtungen, als gar keine haben wolle. Die Seefahrenden vertraueten täglich Leib und Gut dem Abweichungscompasse, welcher größtentheils noch nicht die Vollkommenheit besitze, die eine gute Neigungsnadel jetzt schon erhalten könne.

Tobias Mayer leitete nach seiner oben angeführten Theorie Größen der Neigungen für verschiedene Orte der Erde her, welche von den wirklich beobachteten nicht sehr verschieden sind. So findet er z. B. die Neigung für Paris 71° 19′ nördlich, für das Cap der guten Hoffnung 42° 47′ südlich; da man sie am ersten Orte 73° nördlich, am letztern

41°

41° 44′ ſüdlich gefunden hat — eine Uebereinſtimmung, die bey den unvollkommenen Beobachtungen, welche Mayer vor ſich hatte, immer bewunderungswürdig bleibt.

Wirkung des Magnetismus auf den thieriſchen Körper.

Nach Kircher's [a]) Bericht haben ſchon Gallen, Dioſcorides und Avicenna dem Magnet eine Kraft zugeſchrieben, die dicken Säfte im menſchlichen Körper zu verbeſſern, Kröpfe zu heilen und Nervenſchmerzen zu lindern. Auch berichtet der P. Dentrecolles [b]), daß man den Magnet in China beſonders zur Heilung der Geſchwulſt anwende. Man ſtreue nämlich über die Geſchwulſt Eiſenfeilſtaub, nähere demſelben einen Magnet, und hebe dadurch die Urſache der Krankheit. Uebrigens vermuthet Dentrecolles noch, daß der Magnet einige Wirkungen gegen das Gift beſitze, er überläßt ſeine Vermuthung aber dem Urtheile der Naturforſcher.

Im Jahr 1765 wurde in einer öffentlichen Zeitung angeführt, daß ein ausübender Arzt zu Göttingen, Glarick, mit Hülfe des Magnets Zahnſchmerzen geheilt habe. Dieß bewog dem Herrn d'Arquier zu Toulouſe [c]), mehrere Erfahrungen hierüber zu machen. Schon am 12ten Sept. 1765 heilte er wirklich auf dieſe Art die Zahnſchmerzen einer Frau, indem

a) Magnes ſ. de arte magnetica. Col. Agrip. 1643. 4.

b) Lettres édifiantes et curieuſes, écrites des Miſſions étrangères par quelques Miſſionaires de la Compagnie de Jeſus. XXIV. recueil. à Paris. 1739. 12.

c) Lettre ſur la proprieté de l'aiman pour guérir les maux de dents im Journal des ſavans. an. 1767. Novemb. 143. ſeq.

dem er den Nordpol eines armirten kleinen Magneten, ohngefähr 1 Cubikzoll groß, anwandte; nach 7 bis 8 Minuten empfand die Frau einen geringen Froſt, und die Schmerzen ließen nach. Auf dieſelbe Art wurde auch eine andere Weibsperſon von ſehr heftigen Zahnſchmerzen geheilt; dieſe fühlte ſogleich nach der Anwendung des Nordpols eine ſehr lebhafte Kälte und eine beſondere Bewegung, ſo daß es ihr vorkam, als wenn in dem Zahne etwas außerordentlich unruhig wäre. Er führt noch mehrere Erfahrungen an, die er bey Zahnſchmerzen an verſchiedenen Perſonen ſowohl mit armirten als künſtlichen Magneten gemacht hat, und welche alle von dem glücklichſten Erfolge waren. Uebrigens waren die Heilungsarten wenig verſchieden; eine längere oder kürzere Anwendung des Magnetismus, ein ſchnelles oder langſames Aufhören der Schmerzen, und die Empfindung von einer größern oder geringern Kälte war alles, was ſich hiebey vorzüglich zeigte. Bey der Anwendung des Magnets hatte er allemal den Kranken eine ſolche Stellung annehmen laſſen, daß er im magnetiſchen Meridian mit dem Geſicht gegen Norden ſich befand; allein er glaubt, daß dieß kein weſentlicher Umſtand zur Heilung ſey. Zu Ende des Jun. 1766 hatte er nämlich zwey Perſonen von Zahnſchmerzen geheilt, welche beyde eine einander gerade entgegengeſetzte Stellung hatten, obgleich einer und der nämliche Pol des Magneten angewandt ward. Oft gebrauchte er ein Mittel, welches auf die Heilung der Zahnſchmerzen eine ſtärkere Wirkung zu haben ſchien. Dieß beſtand darin, daß er zwey, drey auch vier Magnetſtäbe in gerader Linie ſo mit einander verband, daß der Nordpol des einen Stabes am ſchmerzhaften Zahn ſich befand, und am Südpol deſſelben der Nordpol des andern Stabes an-

gebracht ward, und ſo wechſelsweiſe fort mit den übrigen Stäben; übrigens trug er Sorge, daß die gerade Linie, in welcher dieſe Magnetſtäbe lagen, ſich in der magnetiſchen Axe befand. Durch dieſes Mittel war er im Stande, oft auch ſolche Schmerzen an Zähnen zu heilen, welche der Anwendung von einem ſtärkern Magnetſtabe widerſtanden.

Meynungen über die Urſache des Magnetismus.

Ohne Zweifel haben die Figuren, welche der Feilſtaub oder kleine feine eiſerne Nädelchen auf Glas bey untergelegtem Magnet annehmen, viel dazu beygetragen, die Syſteme der Wirbel, die man ſeit Carteſius Zeiten annahm, um die Phänomene am Magnet zu erklären, in Anſehen zu erhalten. Allein Muſſchenbroek [d]) erklärt ſie ſchon ſehr richtig auf folgende Art: wenn man nämlich den einen Pol eines Magnets unter ein ſolches kleines Nädelchen bringt, ſo legt ſich dieſes auf der Fläche des Magnets ſenkrecht an, und es erhält an beyden Enden Polarität, ſo daß das eine Ende, welches mit dem Magneten contiguig iſt, eine dem Pole des Magnets entgegengeſetzte Polarität beſitzt; das andere Ende des Nädelchens wird alſo von demſelben Pole des Magnets abgeſtoßen. Würde aber das kleine eiſerne Nädelchen mehr gegen den andern Pol des Magnets gebracht, ſo würde es nun in eine ſchiefe Lage kommen, weil nun auch dieſer Pol auf das Nädelchen wirkt. Beym Aequator des Magnets, wo der eine Pol des Magnets eben ſo ſtark als der andere auf das Nädelchen wirkt, wird es mit der Axe des Magnets völlig parallel liegen. Sind nun mehrere Eiſentheilchen vorhanden, ſo wird jedes derſelben magnetiſch; ſie hängen ſich dem-

d) Diſſ. de magnete p. 119.

demnach mit ihren ungleichnahmigen Polen an einander, und bilden Reihen, welche natürlich in krummen Linien um den Magnet liegen, und daher zu ihrer Erklärung gar keines um den Magnet strömenden Wirbels bedürfen.

Indessen haben doch lange nach Musschenbroek mehrere Naturforscher die Wirbel des Cartesius um den Magnet zu vertheidigen gesucht. Du Fay vertheidigte Dalancé's Hypothese (Th. III. S. 555. f.), und nahm an, daß die aus dem Südpole der Erde strömende Materie in den Südpol des Magnets eingehe, durch den Nordpol wieder heraustrete, und durch den Widerstand der Luft umgelenkt zum Südpole zurückkehre, auch daß die Fasern des Eisens bey senkrechter Stellung eines Stabes durch ihre Schwere, oder Hämmern u. d. gl. in die gehörige Richtung kämen, woraus er den von Wallemont und Reaumür endeckten ursprünglichen Magnetismus erklärt. Noch vollständiger wurde dieß durch die Herren Euler, du Tour, auch Johann und Daniel Bernoulli [e]) ausgeführt, als die Pariser Akademie die Preisfragen für 1744 und 1746 auf diesen Gegenstand gerichtet hatte.

Euler [f]) bemerkt zuerst, daß man alle magnetische Erscheinungen von einer doppelten Ursache herleiten müsse; nämlich theils aus dem innern Baue des Magnets und theils von einer Materie außerhalb demsels

e) Recueil des pieces, qui ont remporté les prix de l'Acad. des scienc. Tom. V.

f) Opuscul. Tom. III. continens novam theoriam magnetis praemio condecorat. 1744. Berol. 1751. 4.

ſelben. Was die innere Beſchaffenheit des Magnets betrifft, ſo könne dieſe bloß in einer gewiſſen Form der Poren liegen, welche der ſubtilen Materie den freyen Durchgang entweder verſtatteten oder verſagten; ſie müßten daher eine ſolche Einrichtung haben, daß ſie der Materie nicht allenthalben einen freyen Durchgang verſtatten, ſondern bloß nach einer gewiſſen Richtung. Deßwegen bildeten ſich Durchgänge oder Canäle, welche unter ſich parallel ſind, und welche die feine Materie nach einer Richtung frey durchließen, nach der gerade entgegengeſetzten Richtung aber verſchlöſſen. Zu dieſem Ende nimmt er Klappen an, welche den Rückweg verſchließen, und welche wahrſcheinlich aus den feinſten Faſern beſtehen. Zwiſchen dem Maguet und dem Eiſen ſetzt er bloß folgenden Unterſchied, daß die Durchgänge in jenem völlig regelmäßig, in dieſem aber, ſo lange demſelben der Magnetismus noch nicht mitgetheilt worden iſt, in keiner ſolchen Ordnung zuſammengeſtellt ſind, daß ſie die feine Materie ungehindert durchließen. Für die magnetiſche Materie nimmt er die feinern Theile des Aethers an, welche ſich mit den übrigen gröbern Theilen nicht ohne Schwierigkeit vereinigen können. Wegen der äußerſten Elaſticität dieſer Materie dringt ſie in den einen Pol des Magneten ein, ſtrömt aus dem andern hervor, und wird hier, da ſie nicht wieder zurück kann, durch den Widerſtand des gröbern Aethers in einem einfachen Wirbel nach den vorigen Pol zurückgetrieben. Dieß dauert ſo lange, bis ſich beyde Arten des Aethers nach und nach wieder vermiſcht haben. Die Erde ſelbſt iſt wegen der großen Menge Eiſen und Magnet, die ſie in ſich faßt, mit ähnlichen Gängen erfüllt, und ſo mußte ſich um ſie ein großer Wirbel bilden. — Bey dieſer Hypotheſe iſt zwar die Luft entbehrlich; aber

aber es ist immer sehr gewagt, den Aether, von welchem man keine Erfahrungen hat, noch in zwey Sorten von verschiedener Feinheit zu sondern. Uebrigens müßte der Erdwirbel den Wirbel des Magnets beständig stören. — Euler entscheidet nicht, aus welchem Pole der Erde der Aether komme, und in welchen er gehe. Nimmt man nun an, er komme von dem einen Pole, so muß er die Geschwindigkeit des aus dem Magnet von dem andern Pole her zurückkehrenden Aethers vermindern. Kömmt er aber von dem andern Pole, so wird er entweder die Stellung des Magnets umkehren, und die vorige Schwierigkeit wiederbringen, oder es wird sonderbar bleiben, daß er von diesem Pole herkömmt, und doch von dem ersten einströmt. Ueberdem bleibt es beym einfachen Wirbel unbegreiflich, wie beyde Pole ein unmagnetisches Eisen mit gleicher Stärke und Geschwindigkeit anziehen können. Endlich bestimmt Euler selbst, daß nach seiner Hypothese die gerade Figur die geschickteste zu starken Magneten seyn müsse, da doch der Erfahrung gemäß die hufförmigen Magnete den geraden Stäben an Stärke nichts nachgeben.

Auch du Tour nimmt den einfachen Wirbel und eben den klappenartigen Bau der Canäle des Eisens an, scheint aber die Schwierigkeit wegen der Störung und gehinderten Bewegung des Wirbels mehr gefühlt zu haben. Er legt daher den Fasern des Eisens eine Kraft bey, die Oeffnungen zu erweitern und zu verengern, und läßt dadurch die magnetische Materie während des Durchgangs immer neue Stöße erhalten, die ihr mehr Geschwindigkeit mittheilen, als ihr der widerstehende Strom auf dem Rückwege nehmen kann. Uebrigens erklärt du Tour die Entstehung des Wirbels aus dem Widerstande der Luft,

ohne ſich an die Verſuche im luftleeren Raume zu kehren.

Daniel und Johann Bernoulli hingegen nehmen den doppelten Wirbel des Descartes an, und legen deßhalb in das Eiſen Canäle von doppelter Art, wie (fig. 14.) ab und cd, deren Klappen ſich nach entgegengeſetzten Seiten öffnen. Die Faſern ſind elaſtiſch, und drucken, wenn ſie in ſchwingende Bewegung gerathen, die magnetiſche Materie aus den zwiſchen ihnen befindlichen Räumen durch die Klappen heraus. Die Elaſticität der Materie ſelbſt, welche in der innern Bewegung der Theile beſteht, wird beym Durchgange durch ſo enge Röhren gehemmt, und die Bewegung in eine bloß fortgehende verwandelt; beym Rückgange zum andern Pol aber kehrt dieſe Elaſticität nach und nach wieder zurück. Die Herren Bernoulli erklären hieraus zwar ſehr ungezwungen die mancherley magnetiſchen Erſcheinungen; allein die Hypotheſe kann ſchwerlich mit ſich beſtehen. Brugmanns [g]) beſtreitet überhaupt die Syſteme der Wirbel mit Gründen, welchen ſchwerlich etwas gleich ſtarkes wird entgegengeſetzt werden können. Durch den magnetiſchen Wirbel kann kein ſtählernes Rad umgetrieben werden, wie es durch den elektriſchen Strom möglich iſt, und ein ſchwimmender Magnet wird weder gen Süden noch gen Norden fortgetrieben.

Aepinus [h]) nimmt, um die magnetiſchen Erſcheinungen zu erklären, ſo wie Franklin bey der Elek-

g) Philoſ. Verſuche. S. 99. f.

h) Sermo academ. de ſimilitudine vis elect. et magn. Petrop. 1758. 4. überſ. im Hamb. Magaz. B. XXII. S. 227, imgl. Tentam. theoriae electric. et magnetiſ. Petrop. 1759. 4.

Elektricität, nur eine einzige magnetische Materie an. Die Elementartheilchen dieser Materie stoßen einander ab, und werden dagegen von den Elementartheilen des Eisens und aller eisenhaltigen Massen angezogen. Andere vom Eisen verschiedene Substanzen und die magnetische Materie wirken gar nicht in einander. Eisen hat mit den für sich elektrischen Körpern die Aehnlichkeit, daß die magnetische Materie sich darin nicht ganz ungehindert fortbewegt, und könnte also in dieser Rücksicht eine für sich magnetische Materie heißen; dagegen giebt es keine magnetische Leiter in dem Sinne, daß solche Substanzen die magnetische Materie anziehen und zugleich frey durchlassen sollten. Es erfolgen also die magnetischen Erscheinungen bloß aus dem Ueberfluß oder Mangel der natürlichen Menge der magnetischen Materie, und es giebt einen positiven und negativen Magnetismus mit Wirkungskreisen, in welcher die Vertheilung nach eben den Gesetzen, wie bey der Elektricität, statt findet. Mittheilung des Magnetismus ist aber nicht vorhanden, weil es keine Leiter giebt; im Eisen selbst aber, besonders im weichen, heben sich Mangel und Ueberfluß wieder auf, und stellen das natürliche Gleichgewicht wieder her.

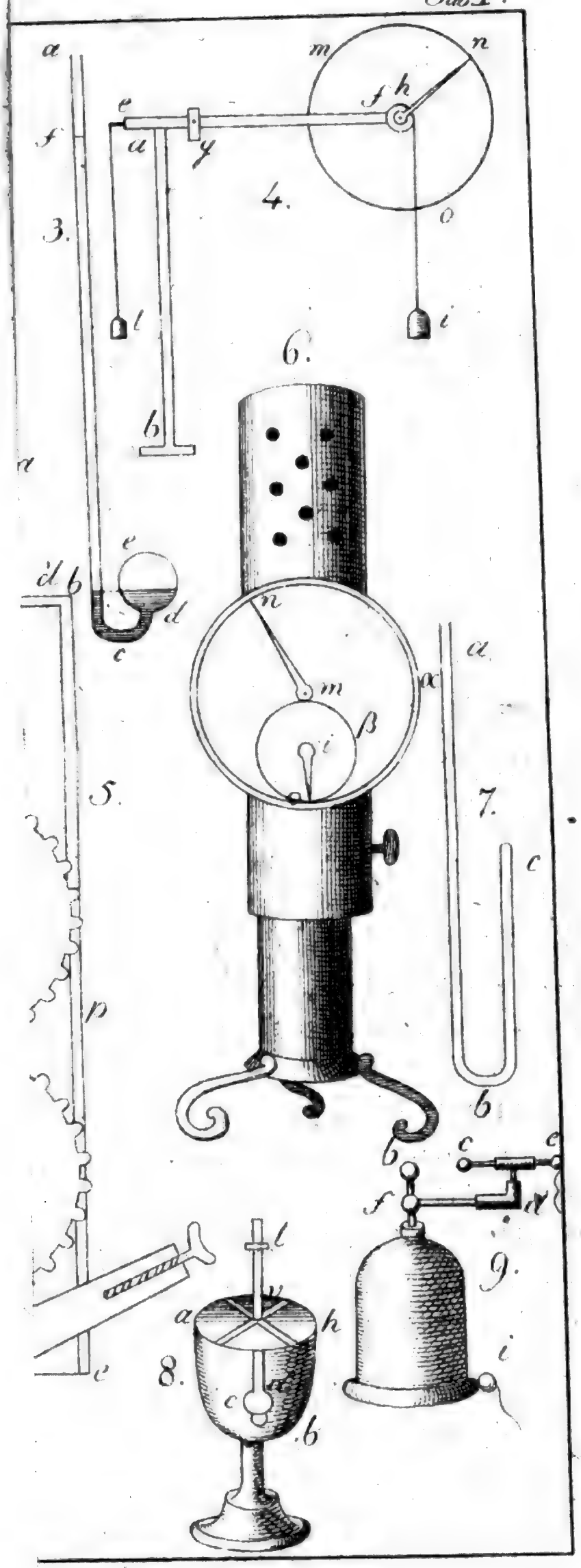
Gegen dieses System von einer einzigen magnetischen Flüssigkeit hat man eben die Gründe, wie gegen die Behauptung Einer elektrischen Materie, eingewendet, und Wilke und Brugmanns haben daher lieber zwey besondere magnetische Materien annehmen wollen. Der erstere giebt ihnen den Namen der positiven und negativen. Die gleichartigen Materien ziehen sich an, die entgegengesetzten stoßen sich ab. Es sey z. B. fig. 15. eine Nadel oder ein Stückchen Eisen, das die magnetische Grundmaterie enthält. Des Magnets

nets eines Ende n ſey mit einer der magnetiſchen Materie erfüllt, z. B. der poſitiven, die den Nordpol ausmache; ſo wird des Eiſens negative Materie nach a gezogen, aber ihre poſitive nach b getrieben. Indem ſie ſich alſo von einander trennen, ſo entſteht bey a ein Südpol, und bey b ein Nordpol im Eiſen. Wird der Magnet weggenommen, ſo fließen beyde Materien im Eiſen zuſammen, und die Polarität würde verſchwinden, wofern ſie ſich nicht etwas langſam durch das Eiſen bewegte, und jede an ihrem Ende zurückgehalten würde. Je langſamer ſie zuſammenfließen, deſto beſtändiger wird die Polarität, beſonders im Stahle, welcher davon ein wirklicher Magnet wird i).

Brugmanns nennt die beyden magnetiſchen Materien die nördliche und ſüdliche, und ſeine Ausdrücke überhaupt ſind etwas mehr hypothetiſch. Das Anziehen der ungleichnamigen Pole z. B. erklärt er daraus, daß ſich die nördliche Materie an einem Pole mit der ſüdlichen am andern ins Gleichgewicht ſetzt, daher die Elaſticität der umgebenden Materie die Magnete zuſammentreibt.

i) Abhandl. der Schwed. Akad. der Wiſſenſch. B. XXVIII. d. deutſch. Ueberſ.

Tab. I.



THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R L

Digitized by Google

ARCHIVE

CT 1 1905